



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Esta tesis doctoral contiene un índice que enlaza a cada uno de los capítulos de la misma.

Existen asimismo botones de retorno al índice al principio y final de cada uno de los capítulos.

[Ir directamente al índice](#)

Para una correcta visualización del texto es necesaria la versión de [Adobe Acrobat Reader 7.0](#) o posteriores

Aquesta tesi doctoral conté un índex que enllaça a cadascun dels capítols. Existeixen així mateix botons de retorn a l'índex al principi i final de cadascun dels capítols .

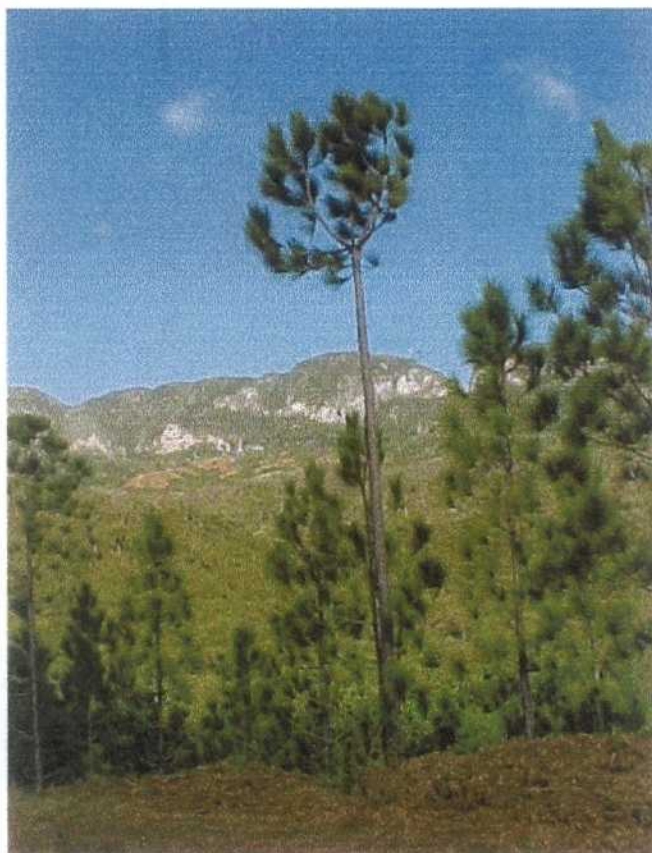
[Anar directament a l'índex](#)

Per a una correcta visualització del text és necessària la versió d' [Adobe Acrobat Reader 7.0](#) o posteriors.

PROGRAMA DOCENTE DOCTORAL:

"DESARROLLO SOSTENIBLE CONSERVATIVO DE BOSQUES TROPICALES: MANEJO FORESTAL Y TURISTICO"

Universidad de Alicante (España) - Universidad de Pinar del Río (Cuba)



TITULO:" ECOLOGIA Y CONSERVACION DE *Pinus tropicalis* EN BOSQUES NATURALES DE LAS ALTURAS DE PIZARRAS"

Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias (Ecología)

AUTOR: ING. CESAR FIGUEROA SIERRA

**TUTORES: Dr. JOSEP RAVENTOS
UNIVERSIDAD DE ALICANTE, ESPAÑA.**

**Dr. ARMANDO J. URQUIOLA CRUZ
Dir. JARDIN BOTANICO PINAR DEL RIO
ECOVIDA, CITMA**

PINAR DEL RIO, CUBA 2002



UNIVERSIDAD DE ALICANTE (ESPAÑA)

Departamento de Ecología

UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RIO (CUBA)

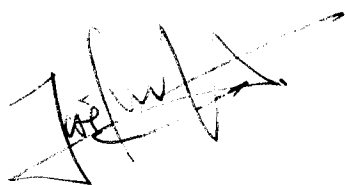
Centro de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**TITULO:" ECOLOGIA Y CONSERVACION DE *Pinus tropicalis* EN BOSQUES
NATURALES DE LAS ALTURAS DE PIZARRAS"**

Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias (Ecología)

Memoria presentada por el Ing. César Francisco Figueroa Sierra para
optar al grado de Doctor en Ciencias.



VB: Dr. JOSEP RAVENTOS



VB: Dr. ARMANDO J. URQUIOLA

DEDICATORIA.

Como ciudadano cubano he sido beneficiado con la Revolución del Primero de Enero, como hombre, como padre, como profesional y desde lo más hondo de mis sentimientos dedico los resultados de mi tesis doctoral a esta inmensa y maravillosa obra social, y muy especialmente a esos hombres y mujeres que han tenido que dejar todo lo material y armarse de ideas y en silencio ofrendar sus vidas, para defender, en la primera línea de combate esta Revolución, esta Patria, que desborda gloria más allá de sus fronteras.

AGRADECIMIENTO.

Mi primera mención para mi esposa, aliciente y estímulo, consejera y rectora.

A la Universidad de Alicante con su magnifico ejemplo de solidaridad pueblo a pueblo y su claustro de profesores.

A la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz", de la cual soy fruto y es como madre nutricia.

A mis tutores, que me han guiado, aconsejado y acompañado en mis trabajos de tesis.

A mis amigos y compañeros de la Estación Experimental Forestal, del Servicio Estatal Forestal y de las Empresas Forestales.

A mis compañeros de ECOVIDA.

A Margarita Villar, que me rescató de la oscuridad y con su luz me ilumino el camino del sacrificio y la victoria.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
PROBLEMA	10
HIPOTESIS	10
OBJETIVOS	10
Capitulo I: La Especie. La Formación vegetal. Evolución antrópica. Su	
Entorno.....	11
1.1. <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	11
1.2. La Formación Natural.....	17
1.3. Evolución antrópica.	24
1.4. Entorno	26
1.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO- GEOGRÁFICAS.	26
1.4.1.1. Geología.	26
1.4.1.2. Relieve.	27
1.4.1.3. Suelo.	27
1.4.1.4. Clima.	29
1.4.2. Vegetación.	30
1.4.2.1. Estrato arbóreo.	30
1.4.2.2. Sotobosque.	32
CAPITLO II: Evaluación de campo. Clases de calidad. Parámetros	
Predictores.	36
2.1 Evaluación de campo.	36
2.1.1. Delimitación del territorio.....	36
2.1.2. Definición del muestreo.	37
2.1.3. Datos de las parcelas.	38
2.2. Clase de calidad.	39

2.3. Parámetros predictores.....	43
2.3.1. Factores edáficos.	44
2.3.2. Factores fisiográficos.	47
2.3.3. Factores biológicos y ecológicos.	48
2.3.3.1. Factores biológicos.....	49
2.3.3.2. Factores ecológicos.	50
2.3.4. Factores climáticos.	51

Capítulo III: Caracterización de las masas naturales de <i>Pinus tropicalis</i> en las Alturas de Pizarras.	53
3.1. Base de datos.	53
3.2. Caracterización Edafológica.	54
3.3. Caracterización Fisiográfica.....	59
3.4. Caracterización Biológica.....	63
3.5. Caracterización Ecológica.	70
3.6. Caracterización Climáticas.	75

CAPITULO IV: Demografía de áreas naturales de <i>P. tropicalis</i>.	79
4.1. Características del entorno.	79
4.2. Potencialidades de las masas.	81
4.3. Datos demográficos.	85
4.3.1. EFI Pinar del Río	86
4.3.2. EFI Minas	87
4.3.3. EMA Viñales	88
4.3.4. EMA La Palma	89
4.3.5. Promedio Provincial	90

Capítulo V: Propuesta de manejo de áreas naturales.	92
5.1. Valoraciones.	92
5.2. Situación.	93
5.2.1. Problemas Económicos.	94
5.2.2. Problemas Sociales.	95



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

5.2.3. Problemas Genéticos.	96
5.2.4. Problemas Silviculturales.	96
5.3. Propuestas de manejo.	97
5.3.1. Consideraciones.	99
Capitulo VI: Valoración de incertidumbres.....	105
Introducción	105
Desarrollo	106
Conclusiones	109
Conclusiones.	110
Bibliografía.	114

Anexos

INTRODUCCION

Se ha llegado al siglo XXI con la necesidad claramente planteada de cambiar la relación del hombre con la naturaleza característica del siglo que termina. Hasta hace unos años la mayor parte de los recursos ambientales no adquirirían la consideración de recursos escasos, al suponer inagotable su abundancia.

En el periódico Granma (30 / 9/ 2000), en la sección Hilo Directo se reportó lo siguiente:

“En total 11046 especies de animales y vegetales están en riesgo de desaparecer para siempre, según el análisis de conservación global más exhaustivo que se haya realizado, elaborado por la Word Conservation Union. Según esta organización, la razón fundamental es la actividad humana con la construcción de ciudades, la deforestación, la agricultura intensiva, la pesca descontrolada, que en los últimos 500 años han causado la desaparición de 815 especies y reducido enormemente la continuidad de otras”.

La pérdida de la biodiversidad es uno de los 5 problemas ambientales más fuertes a escala mundial, reportándose pérdidas estimadas de 6700 especies de plantas y 130000 has de bosques al año (Leiva, 2001).

A tono con esta situación, en el Proyecto de Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC, 1997), se plantea que la reforestación del país, que tiene entre sus objetivos incluir una proporción de frutales, deberá lograrse con un incremento en la calidad del trabajo que posibilite altos índices de supervivencia de las posturas plantadas y mediante la atención y preservación del bosque, constituirse en fuente para la sustitución de importaciones, de aporte financiero al país y elemento importante para la protección del medio ambiente.

La comprensión integral del medio ambiente no es posible si se parte de la interpretación de los procesos naturales al margen de los sistemas o modos de producción que han tenido lugar en el desarrollo de la sociedad humana.

En la actualidad no se puede hablar de los problemas ambientales sin considerar los conflictos y afectaciones que han provocado los modelos de desarrollo seguidos hasta el presente, que se han basado en el saqueo de los recursos naturales, la concentración del poder económico, la desigualdad social y la inequidad en la distribución de riquezas (Vales, 1996).

El papel del hombre sobre el entorno es resaltado por Mergalef (1995), refiriéndose al concepto de regresión y explica: " ...en la regresión el hombre cambia las reglas del juego por la que se regía el ecosistema: al eliminarse parte de la biomasa por un agente – el hombre – que no estaba incluido en el ecosistema primitivo, resultando favorecidas las especies oportunistas, que al crecer rápidamente ajustándose a las irregularidades determinadas por la intervención humana, representan una disminución de la diversidad específica en relación con el primitivo sistema. En otros términos, la explotación por una agente externo, en este caso el hombre, es un factor de cambio de signo opuesto a la sucesión ecológica. La oposición íntima entre explotación y sucesión constituye el meollo de todos los problemas relaciones con la conservación de la naturaleza".

Muñoz (2001), plantea que: "Los bosques son "entes" vivos, en un continuo proceso de renovación. En su interior, como unidades y como conjunto, mantienen un equilibrio entre múltiples componentes de su biodiversidad, que son fruto de evolución simbiótica de miles y a veces millones de años. Igual que el cuerpo humano, tiene capacidad de reponerse en cierto grado del daño recibido, pero igual que en éste, esta capacidad es limitada".

Una vía para minimizar los daños en el bosque es la aplicación de técnicas de manejo sostenible y en esencia, la ciencia del manejo sostenible de los bosques pretende conseguir y divulgar el conocimiento de mantener la oferta

cuantitativa del bosque, sin el riesgo de pérdida de su intrínseco valor cualitativo (Vranjican, 2001).

El Convenio sobre Diversidad Biológica supone el reconocimiento de que la conservación de la variedad de vida, tanto genética, como de especies y ecosistemas que existen sobre la tierra, es una tarea que debe afrontarse desde todos los ámbitos y en la que tienen que participar los gobiernos de todos los países. Los principios de este acuerdo se basan en la consideración de la diversidad biológica como patrimonio común de la humanidad para su conservación y uso sostenible (Álvarez, 2001).

Desde la Cumbre de Río, en 1992, se plantea la inconveniencia de seguir separando los factores económicos, sociales y medio ambientales al nivel de política, planificación y gestión. Se busca un cambio para que el medio ambiente y el desarrollo se sitúen en el centro del proceso de adopción de decisiones económicas y políticas de manera que se logre, de hecho, la plena integración de estos factores (Galindo- Leal, 2001).

Pocas cosas han cambiado tan rápido en los últimos años como ha ocurrido con la propia concepción del medio ambiente y la actitud de ciudadanos y gobiernos ante él.

Los problemas ambientales tienen carácter global: el efecto invernadero, el deterioro de la capa de ozono, la contaminación de las aguas, de los suelos, la desertización, etc. Pero son también el resultado de la repetición de innumerables acciones locales o incluso individuales, cuya variación es, en muchos casos, la vía más eficaz para hallar soluciones (Hubbell and Foster 1992).

Durante la Sesión de la Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Perth, 1990), en la Resolución 18.24, la UICN reconoció que el aprovechamiento ético, racional y sostenible de ciertas formas de vida silvestre puede constituir una alternativa o medio complementario de uso

productivo del suelo, ser compatible con la conservación y promoverla, siempre que dicho aprovechamiento se haga con las salvaguardas apropiadas.

En este marco, el papel de la ciencia y los científicos ha cambiado en los últimos tiempos y de investigadores abstractos han pasado a jugar un rol determinante en la toma de decisiones políticas, económicas y sociales (Salwasser, 1993).

No obstante, el crecimiento poblacional, los cambios climáticos y la situación económica internacional han provocado que varios sectores de la ciencia miren con pesimismo la posibilidad de acceder al desarrollo sostenible, más aún, consideran el crecimiento sostenible como una ilusión, al aumentar constantemente la demanda per cápita de la sociedad y la afectación de una serie de catástrofes ocurridas en años recientes (Ludwig, 1993). Además, se señala que la participación de políticos, empresarios y economistas es fundamental a la hora de toma de decisiones (Ehrlich y Daily, 1993).

Esta postura ha sido rebatida fuertemente, remarcando el papel que ha jugado y que tiene por delante la actividad científica, en la definición de conflictos entre los intereses económicos y los medio ambientales y en la toma de decisiones políticas, destacándose en este debate Holling (1993) y Lee(1993).

La conservación de los bosques ha surgido como un tema prioritario en los programas internacionales de los sectores político, científico, ambiental y comercial. Durante y después de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo Sostenible llevada a cabo durante la Cumbre Mundial celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, el tema de los bosques del mundo surgió en numerosos foros, deliberaciones y negociaciones internacionales. La comprensión e interpretación de los términos ligados al bosque y a la dasonomía constituyen un elemento fundamental para mantener, en el ámbito internacional, un diálogo constructivo y eficaz acerca de la temática forestal (Mukanda, 1998).

El patrimonio forestal de Cuba cubre una superficie de 2,4 millones de has, alcanzando el 21.0 % del archipiélago cubano, de este total, 1 954.4 miles de has son de bosques naturales y 454. 4 miles de has son plantaciones, fundamentalmente de pino, eucaliptos, casuarina y especies preciosas. Las existencias totales de madera en pie ascienden a 126.1 millones de m³ y el incremento medio anual oscila en 7.5 millones de m³ (Renda, 2001).

Los productos forestales son de gran importancia en la economía nacional, los que desempeñan un papel decisivo en la producción de tabaco, cítricos, níquel, pesca, turismo, construcción, servicios de electricidad, teléfonos y otros, todo ello sin olvidar el papel esencial de los bosques en la protección y conservación de los recursos naturales y la alta contribución al mejoramiento del medio ambiente, trabajándose por alcanzar una participación mayor en el Producto Interno Bruto (CITMA, 1997).

La provincia de Pinar del Río, la más occidental de Cuba, es la región del país con más áreas cubiertas de bosques con 416 562 has (el 38.2 % del área total del territorio), la mayor parte en las montañas, donde predominan *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* y *Pinus tropicalis* Morelet (Del Risco y Samek 1984).

La superficie geográfica de la provincia es de 10859.6 km² y el patrimonio forestal ocupa el 43%, en su territorio se localizan la totalidad de los encinares, el 55% de los pinares y el 95% del complejo de vegetación de mogotes. Sus bosques poseen un incremento medio anual de 4.4 m³/ha (Del Risco y Samek 1987).

Se talan actualmente entre 300 000 y 400 000 m³ de madera, lo que representa el 20 % de lo que se planta. Del total de los bosques de la provincia el 44.6 % son productores, de ellos se extrae madera rolliza, cujes para tabaco, postes para el tendido eléctrico y se produce el 90 % de la resina del país (MINAGRI. 2001).

Desde el año 1492, cuando el Gran Almirante Cristóbal Colón llegó a Cuba, hasta nuestros días el panorama de los bosques cubanos ha cambiado drásticamente, en detrimento del área cubierta de bosques.

Del Risco (1995), refiere que en el pasado, cuando los bosques no tenían que compartir su espacio vital con el hombre (Edad de Oro de los Bosques Cubanos) las condiciones ambientales del archipiélago (clima y suelo en lo fundamental) eran tan apropiadas que los bosques cubrían el 90 % aproximadamente del territorio nacional, de éstos, entre el 75 y el 80 % correspondían a los bosques tropicales propiamente dicho, mientras que el resto estaba ocupado por pinares y bosques más o menos bajos de diferentes tipos. Posteriormente, a través de los años los bosques sufrieron la acción depredadora del hombre, aumentando los desmontes hasta unas 74 273 has por año. Todo esto en proporción directa con el crecimiento de la industria azucarera, la agricultura en general y la ganadería particularmente. Ya para el año 1827 quedaba en el territorio sólo el 68. % de área cubierta, en 1900 el 41 % y en 1959, al triunfo de la Revolución, la cobertura forestal era del 14 % sólo.

Padilla (1999) plantea que la destrucción de los pinares llegó tan lejos que hoy quedan muy pocos rodales densos y masivos, con espesura adecuada y con árboles de diámetro y altura aptos para la explotación. Pinares accesibles fueron explotados totalmente dando lugar a que la masa arbórea descendiera a un nivel muy por debajo del incremento potencial.

El MINAGRI (1982) por su parte plantea que sólo en 57 años de pseudorepública y desgobiernos, a través de la explotación irracional y el lucro con las mejores maderas, se redujo de 509 millones de has cubiertas a 1.5 millones de has, en su mayoría degradadas.

Sin embargo, aún en la época de la pseudorepública, rodales de una masa arbórea de 300 m³/ha, e incluso de 500 m³/ha y más no eran ciertamente excepciones en pinares naturales, sino más bien un promedio normal, ya que Smith (1954, citado por Samek, 1976) pudo contar hasta 760 m³/ha.

No obstante, Waibel (1943) reconoce la extraordinaria diversidad paisajística y biológica de Cuba, lo que lo llevó a considerarla como “un continente en miniatura”. Tal característica de la naturaleza cubana se fundamenta en el mosaico ecológico que se evidencia por la alta diversidad de sustratos en un área relativamente pequeña, lo que le confiere una gran variabilidad estructural y cromática al paisaje.

Para Cuba se reportan cuatro especies del género *Pinus*, distribuidas dos a dos para las zonas occidental y oriental.

Estas especies son:

- ❖ *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*
- ❖ *Pinus tropicalis* Morelet

Para la región occidental, y:

- ❖ *Pinus cubensis* Grisebach
- ❖ *Pinus maestrensi* Bisse

Para la región oriental.

En Pinar del Río *Pinus caribaea* se localiza formando áreas puras en la zona de Cajalbana y en varias localidades de la Sierra del Rosario, mientras que se encuentra en mezcla con *P. tropicalis* en áreas de las Empresas La Palma, Viñales y Pinar del Río y en algunos cayos más al **W**, o sea, en el **N** y centro, en la mitad **E** de la provincia y falta en el **NW** de forma completa.

P. tropicalis se localiza mezclado con *Pinus caribaea* en las áreas descritas anteriormente y en bosques puros en la región **N** de la parte occidental de la provincia, además, se extendía por toda la llanura **S**, quedando sólo pequeños reductos, como en San Ubaldo, Santa Teresa y Sabanalamar.

Varona (1982) aseguró que, de las cuatro especies de pinos de Cuba, tres son endémicas: *P. cubensis* Grisebach, *P. maestrensis* Bisse y *P. tropicalis* Morelet. Aunque de *P. caribaea* Morelet existen tres variedades, *P. caribaea* var. *caribaea* es, también, endémica de Cuba. Y según Matos (1963) estas especies presentan una marcada regionalización.

En gran parte del país y particularmente en Pinar del Río, *P. caribaea* ha sido priorizado en todos los sentidos, de hecho, se ha establecido un monocultivo de la especie que abarca la totalidad de la provincia, al extremo de que las plantaciones de *Pinus tropicalis* sólo ocupan el 6.7% de la superficie total de los bosques artificiales de la provincia y en proporción los estudios e investigaciones dirigidas a *P. caribaea* son abrumadores, tanto en plantaciones como en las áreas naturales, donde se han definido las técnicas de vivero y el manejo de la especie en esta etapa, los procesos de plantación, las actividades silvícolas, dasométricas y el aprovechamiento en el campo y en la industria de los productos madereros y los no madereros, destacándose en este accionar Acosta (1976), Hernández (1976), De Nacimiento (1977, 1978, 1979, 1983 y 1991), Peña (1981), Echevarría (1985), Manzanares (1985), González (1980, 1988 y 1989), Blanco (1988 y 1989), García (1988a y 1988), Ares (1999), Aldana (1994), Gra (1986, 1987, 1988, 1989, 1991 y 1992), Alvarez (1990), Vidal (1992 y 1995), Pérez (1990a y 1990b) Quert (1990 y 1993), Leyva (1990) y Fernández (1990) entre otros, además de todos los trabajos realizados en la provincia relacionados con el proceso de resinación.

No obstante, sobre *P. tropicalis* se han ejecutado algunas investigaciones, insuficientes aún, que se han dirigido al estudio de su ecología y silvicultura, su composición química y el aprovechamiento de su follaje y estudios relacionados con otros productos no madereros. Samek (1967, 1973), Del Risco (1984, 1987 y 1995), De Nacimiento (1977 y 1979), Quert (1990 y 1993), Ibarra (1996), Padilla (1998), Selva, R y L Montero (1998) y otros.

En todos los casos en que se han evaluado las dos especies (producción de resina, aceites esenciales, etc.) *P. tropicalis* se comporta muy similar a *P. caribaea* e

incluso en algunos casos de forma superior, como se describe en los trabajos de Quert (1990 y 1993), Díaz (1998), incluso Echevarría (1985), en evaluaciones sobre el daño que realiza la *Dioryctria horneana* en pinares, plantea que *P. tropicalis* posee una resistencia natural muy alta ante los ataques de la plaga.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

PROBLEMA

Durante más de tres siglos se ha estado talando, de forma selectiva o en tala rasa, el pinar natural que se desarrolla sobre las Alturas de Pizarras, lo que ha provocado la pérdida total de su productividad al ser extraídos sistemáticamente los mejores individuos, fragmentando su superficie y llevarla a un estado de declinación que amenaza su supervivencia en el tiempo, siendo *Pinus tropicalis*, la especie más afectada al reducirse su participación en los planes de reforestación, no haberse aplicado ningún tipo de manejo a la formación natural y no existir estudios sobre la ecología de la especie en estado natural, tal que permita su recuperación y mejora en el tiempo.

HIPOTESIS

Si se desarrolla el estudio de la ecología de los pinares naturales de *Pinus tropicalis* en las Alturas de Pizarras, región de más peso en presencia de rodales naturales de la especie, incluyendo el estudio de su demografía y un plan de manejo que comprenda su conservación y manejo sostenible, se podrá contar con los fundamentos técnicos adecuados para la preservación del material genético y la conservación de los rodales naturales de *Pinus tropicalis*.

OBJETIVOS

1. Estudiar los diferentes componentes ecológicos del hábitat natural de *Pinus tropicalis* en las Alturas de Pizarras.
2. Establecer los parámetros actuales de demografía para las diferentes poblaciones.
3. Elaborar un plan de manejo para el aprovechamiento sostenible de los rodales naturales de *Pinus tropicalis*, que permita su supervivencia en el tiempo.

Capítulo I. La Especie. La Formación. Evolución antrópica. Su Entorno

1.1: *Pinus tropicalis* Morelet



Figura No 1.1: *Pinus tropicalis* en áreas naturales.

Pinus tropicalis Morelet pertenece al género *Pinus*, de la familia *Pinaceae*, que se encuentra distribuida en todo el hemisferio **N** y lo componen 105 especies, de las cuales, 4 están presentes en Cuba (López, 1987).

El género *Pinus* es dividido por Little y Cristchfield (1969, citados por Mergalef 1995) en tres subgéneros: *Pinus* (con tres secciones); *Strobus* Lemm (con dos) y *Ducompopinus* (A Cheval) de Ferre (con una).

El primer subgénero tiene dos haces vasculares en las agujas, mientras que los otros dos subgéneros tienen solo uno.

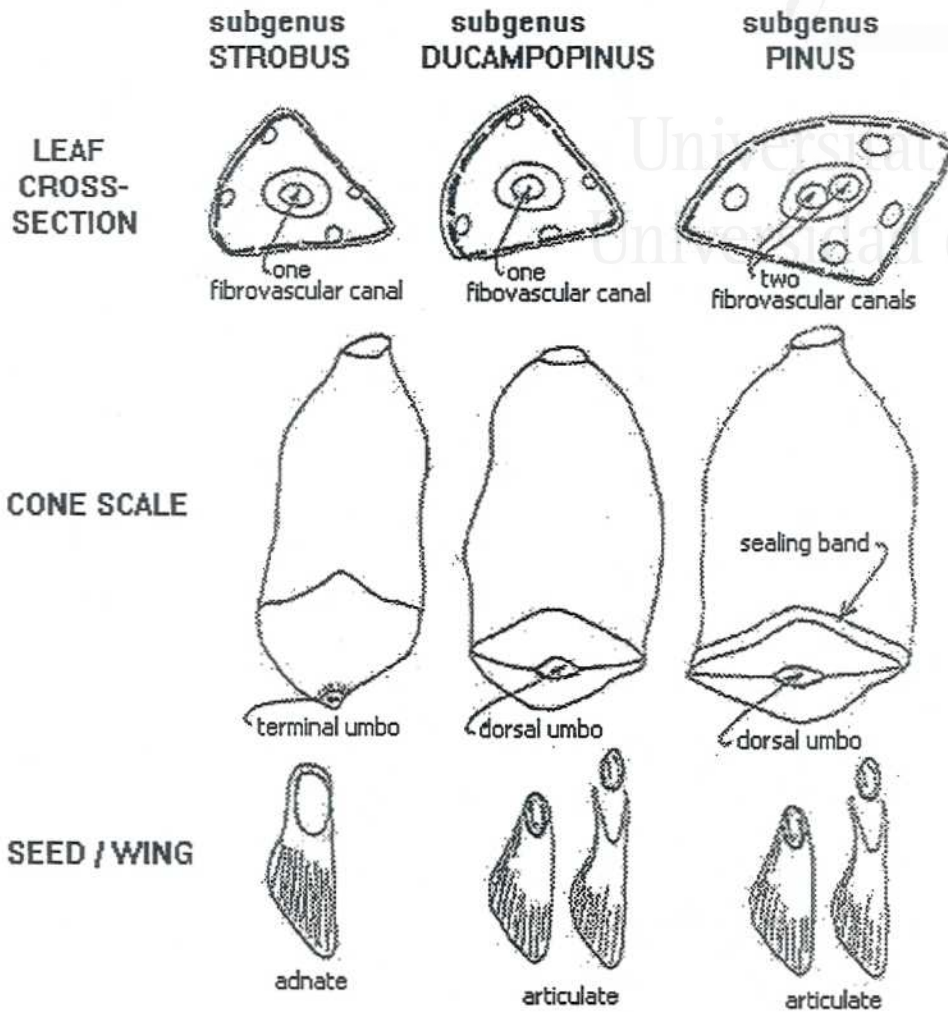


Figura No 1.2: Diagrama de características de los subgéneros.

Las especies cubanas, Piedra (1977) las ubica en el subgénero *Pinus*, sección *Pinus*, divididas en las subsecciones: *Silvestres* Loud, típicamente euroasiáticas, representadas en América por *Pinus tropicalis* Morelet y *P. resinosa* Act. y la subsección *Australis* Loud cuyas especies son todas americanas.

Por otra parte la clasificación de Shaw, aumentada por Mirov (1967), ubica a *P. tropicalis* en el grupo IX, *Lariociones* junto a 17 especies más y a *P. caribaea*, *P. cubensis* y *P. maestrensis* junto a 24 especies en el grupo X, *Austerales*; todas ellas en la subsección *Pinaster*, Subgénero *Diploxylon* y género *Pinus*.

López, (1987), describe a *Pinus tropicalis* Morelet de la siguiente manera: *Pinus tropicalis* Morelet, conocido por pino hembra y pino blanco, con sinonimia de *P. cubensis* Griseb var. *terthrocarpa* Wright ex Griseb, es un árbol de hasta 25 m de altura y 50 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Matos (1963) lo ubica creciendo desde el nivel del mar hasta 350 m.s.n.m.

Las ramas son verticiladas en los ejemplares jóvenes, los renuevos son gruesos con las yemas redondeadas en su ápice. Las plantas no ramifican durante los primeros años de vida y el tallo a penas se desarrolla en altura, no así en diámetro, tomando las posturas una forma típica en que se confunden con las gramíneas. Una vez sobrepasa esta etapa, aparecen entrenudos caulinares de 2 a 3 (8) m de largo denominados “Rabos de Zorra”.



Figura No 1.3: Vista de posturas y del rabo de Zorra.

Al respecto Cejas y Echeverría et al (1989) plantean: “La frecuencia de ocurrencia de rabos de zorro coincide con la disponibilidad de agua en las zonas donde se plantaron los experimentos.”

El incremento en longitud de estas estructuras ocurre fundamentalmente en los primeros años de vida, al parecer como una respuesta juvenil a la competencia ínter e intraespecífica.

Este incremento va disminuyendo más adelante, de forma tal que la altura media de las plantas con rabo de zorro llega a igualarse a la media alcanzada en el experimento”.

En observaciones de campo y cortes transversales a posturas de 0.1 m a 0.7 m de altura, se comprobó que el crecimiento en diámetro es fundamentalmente en el grosor de la corteza que llega incluso a triplicar el diámetro real de la parte maderable, suponiendo esto como un mecanismo de defensa contra incendios, unido a la hipótesis de Slee (1972, citado por Golgammer, 1998) sobre la ayuda que aporta el rabo de zorro a la supervivencia a los incendios forestales, brinda una idea de los mecanismos creados por la especie, a lo largo de su evolución, en un ecosistema que periódicamente era afectado por fuegos forestales naturales.

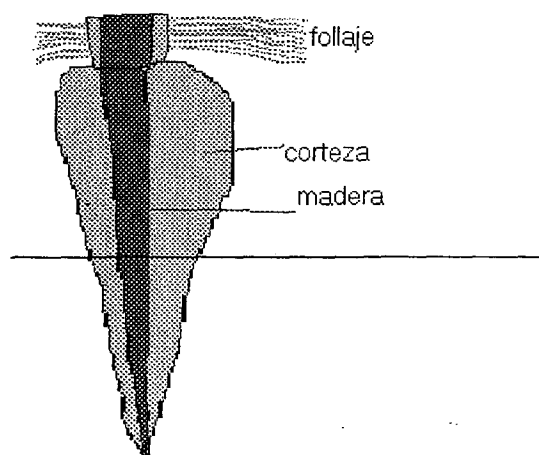


Figura No. 1.4: Engrosamiento del tallo de las posturas.

En árboles maderables de Cuba (Inst. del Libro, 1970) se reporta que el crecimiento de esta especie en los primeros años de su vida es lento, ya que desarrolla primero un amplio sistema radical, después crece normalmente al ritmo de 50 cm o más por año.

Las hojas aciculares están reunidas en fascículos de a dos, que miden de 24 a 29 cm de largo, y de 1.6 a 1.9 mm en su punto medio. La vaina mide 0.9 a 1.4 cm de largo.

Las agujas son de color verde claro y tienen de 9 a 11 filas de estomas en la cara dorsal y de 5 a 7 en la cara ventral, además de 27 a 30 dientes por el margen en secciones de 5 mm tomados en el centro de las agujas. En cortes transversales realizados al centro de las agujas vemos que: la epidermis es uniforme y está compuesta por 2 ó 3 capas de células. Es la única especie del género en el mundo que posee canales resiníferos septales originados a partir de canales externos, rodeados completamente de esclereidas. El número de canales resiníferos por agujas es de 6 a 12. Los haces fibrivascuales del cilindro central no se tocan.

Los conos seminíferos son erguidos, simétricos y miden de 4 a 5 cm de largo y de 2.0 a 2.5 cm de diámetro por su parte más ancha, su color es carmelita amarillento cuando están recién abiertos y generalmente aparecen cubiertos de resina, el número de escamas por conos es de 100 a 120, y las apófisis tienen de 7 a 10 mm de largo y de 6 a 7 mm de ancho, los umbones tienen una posición central. Los conos caen pedunculados, las semillas pueden estar contenidas en número de hasta 37000 por kg.

Betancourt (1987), plantea que el pino hembra presenta copa cónica y en caso de crecer aislado algo redondeada, la corteza es rugosa, un tanto fisurada, puede medir hasta 30 m de altura y 50 cm o más de diámetro, con hojas en fascículos de 2 agujas, de 20 a 30 cm de largo y 1.5 a 2 mm de ancho.

Pinus tropicalis Morelet, se extiende en la provincia de Pinar del Río desde San Diego de los Baños (La Mulata) hasta el límite oriental de la Península de Guanahacabibes y en la Isla de la Juventud desde el extremo **N** de la isla hasta las proximidades de la Ciénaga de Lanier, en el **S**, ocupando las Alturas de Pizarras y las sabanas arenosas (Varona, 1982; Betancourt, 1987; Álvarez y Varona, 1988).

Ares (1999) plantea que en el *P. tropicalis* no se puede presuponer, teóricamente, tanta variabilidad ecotípica como el *P. caribaea*.

Samek (1973) cataloga a *P. tropicalis* como más heliófilo que *P. caribaea* y describe que en el *Pinetum tropicalis* presenta un agrupamiento de individuos en dominantes y codominantes, con pocos individuos dominados o suprimidos, lo que muestra el marcado heliofismo de la especie, de modo que a veces en la zona de transición el *P. caribaea* se regenera bajo *Pinetum tropicalis* pero no sucede lo contrario.

Ares, (1999), afirma que el *P. caribaea* en competencia con el *P. tropicalis* es más riguroso, es decir, ocupa suelos más ricos y húmedos desplazando al *P. tropicalis* a los suelos más pobres y secos.

León (1946), cita a *Pinus tropicalis* Morelet como endémico de Pinar del Río e Isla de la Juventud, donde forma bosques monoespecíficos, que dado su gran exigencia a la luz, nunca cubren más del 40 % de la superficie del suelo con sus copas. *Pinus tropicalis* vive sobre suelos extremadamente pobres, arenosos derivados de pizarra y areniscas.

La capacidad que Fors (1965), Avila et al. (1979) y Urquiola (com. pers. 2001) le atribuyeron a *Pinus tropicalis* para ocupar los terrenos más estériles y degradados por el fuego hace suponer su gran capacidad para la supervivencia en esas condiciones, de ahí la recomendación de Acosta (1976) de aprovecharla en áreas no utilizadas actualmente y de donde la especie es endémica.

Esta especie siempre ha sido una importante fuente de madera, pero en la actualidad es casi imposible encontrar ejemplares utilizables en la industria forestal. Hasta el momento no se han acometido métodos que permitan su reproducción artificial y las áreas ocupadas por esta especie se reducen cada vez más, por lo que comienza a observarse una declinación creciente de sus poblaciones naturales.

Como aspectos negativos de la especie Fors (1965) indica su escasa supervivencia y crecimiento lento luego de concluida la dormancia, aunque Samek (1976) hizo notar que, al parecer las semillas almacenadas durante 7-8 meses tienen mayor poder germinativo que las recién colectadas. Acosta (1976) por su parte recomendó aguardar antes de emitir pronósticos sobre los incrementos que se observan, dado el crecimiento "herbáceo" que presenta este pino en los primeros años de vida, durante los cuales desarrolla su sistema radical rápidamente en profundidad y extensión.

1.1. La Formación Natural.

Samek (1967), al valorar desde el punto de vista silvicultural los pinares de Cuba occidental, considera que los lugares más pobres están ocupados por *Pinus tropicalis* y a veces también aparecen los encinares; asimismo, considera que el estado actual de estos pinares es muy malo debido a la tala indiscriminada de que han sido objeto y a los incendios que han dificultado la regeneración natural.

Este autor señala que los pinares juegan un papel muy importante en la economía forestal y nacional de Cuba, debido al uso universal de los mismos. La importancia está subrayada mucho más aún por su crecimiento relativamente rápido y por un porcentaje elevado de su utilización debido al fuste recto.

Posteriormente Samek (1973), en su regionalización fitogeográfica dada para Cuba, considera a las Alturas de Pizarras como un distrito del Sector Cuba Occidental y del Subsector Pinar del Río. Valora este distrito como pobre florísticamente en el que predominan los pinares de *Pinus tropicalis* y *P. caribaea*; este autor da a las Alturas de Pizarras como un centro antiguo de evolución de los elementos de pinares. Asimismo, tiene en cuenta las diferencias existentes entre la flora de pinares y la de otros distritos como Guanahacabibes, Mogotes y Sierra del Rosario, reconociendo las relaciones florísticas con las Arenas Blancas y

con Cajálbana, si bien existen especies con patrones de distribución restringidos a cada una de estas áreas (endemismo distrital y local).

Por su parte Borhidí (1996), incluye a las Alturas de Pizarras en el distrito *Pinarense* el cual se caracteriza por la presencia de endémicos sectoriales que son comunes al distrito; destacando como vegetación dominante los pinares formados por *Pinus tropicalis* y *P. caribaea*; reconociendo adicionalmente un grupo de endémicos característicos como *Quercus oleoides ssp. sagraeana* en el estrato arbóreo; un estrato arbustivo con *Befaria cubensis*, *Lyonia myrtilloides*, *Miconia ibaguensis*, *M. splendens*, *Pachyanthus poiretii*, *P. angustifolius*, *Roigella correifolia*, *Rhus copalina ssp. leucantha* y otras.

Capote y Berazaín (1984), en su clasificación de las formaciones vegetales de Cuba, considera la formación objeto de estudio como Bosques de pino o Pinares, que se componen de un estrato de árboles acicutilifolios, un estrato arbustivo, uno herbáceo y pocas epífitas y lianas.

Álvarez et al. (1986), plantea que los pinares son formaciones arbóreas de un estrato arbóreo cerrado, donde domina una o dos especies de pinos, señalando que son homogéneos; sin embargo, para su estudio es necesario establecer diferencias florísticas, edáficas y otras, y dividirlos en pinares de Cuba Occidental y los pinares de Cuba Oriental.

Borhidí y Muñiz (1980), plantean que los pinares de *Pinus tropicalis* representan un fenómeno muy interesante en la vegetación de Cuba; como algo singular estos bosques, en su mayoría, no se encuentran en las montañas más altas, sino en llanuras o en terrenos colinosos y en las alturas medias sobre suelo muy ácido y pobre en nutrientes.

Bísse (1988), opina que en las amplias zonas de Cuba Occidental, los pinares están ocupados por *Quercus oleoides* (*Quercus cubana*), árbol de rasgos xeromorfos y

poseedor también de micorrizas ectótrofas. Por la acción del hombre los pinos desaparecen en las cercanías de los poblados, ya que los encinos son más resistentes al fuego y son capaces de rebrotar de los tocones, formando rodales puros en esos lugares, donde los pinos no logran regeneración por la acción de los cerdos que los campesinos crían en ellos.



Figura No. 1.5: Daños producido por los cerdos en el suelo.

A lo anterior se suma la tala de estas áreas para satisfacer la demanda de combustible de panaderías y comedores obreros.

Hernández (1998), explica que las áreas mejor conservadas se encuentran en las Alturas, debido principalmente a su difícil acceso, no obstante, obsérvase una antropización marcada por la tala de los pinos y su posterior reforestación (con *P.caribaea* y con densidades de plantación muy superiores a las áreas naturales).



Figura No: 1.6: Area talada y reforestada con *P. caribaea* en la EMA Viñales.

Del Risco (1995) considera que la presencia de los pinares responde principalmente a los factores edáficos, es decir, a las condiciones que presentan los suelos que son muy pobres en nutrientes, secos y poco profundos. Por otro lado la alta

demanda de luz por los pinos exige que estos crezcan donde la competencia con otros árboles sea mínima.

Continúa este autor refiriendo que *Pinus tropicalis* ocupa naturalmente las partes más altas de las colinas y las vertientes más abruptas; en cambio, *Pinus caribaea* var. *caribaea* ocupa las bases y las partes bajas de las colinas con suelos más profundos, menos pobres y con mayor humedad.

Los datos de la dinámica del año 2000 (MINAGRI, 2000) ofrecen la siguiente información, referida a las Empresas Forestales: Macurijes, Minas, Viñales, Pinar del Río y la Palma, las cuales abarcan la mayoría de la superficie de las Alturas de Pizarras.

Tabla No 1.1: Datos de la dinámica del año 2000, en has.

Indicador (1)	Patrimonio (2)	Area Cubierta (3)	Bosque Natural (4)	Pinar Natural (5)	Encinar (6)	Plantaciones (7)	Pc (8)	Pt. (9)	Area de Tala (10)	Coníferas (11)
Total	278432.5	246179.6	152922.6	48718. 9	2793.0	93287. 9	68257. 5	6533.3	2703.4	2032.1
%	-----	88.42	54.92	31.86	1.83	33.50	73.17	7.00	1.10	75.17
% (sobre el patrimonio)				17.50			24.51	2.35		

El área cubierta (3), bosque natural (4) y plantaciones (7) están referidas al área de patrimonio (2); pinar natural (5) y encinar (6) referidos al bosque natural; plantaciones de Pc. (8) y Pt. (9) a plantaciones (7); tala (10) al área cubierta (3) y coníferas (11) al área de tala (10).

Esta situación se muestra en el siguiente cuadro:

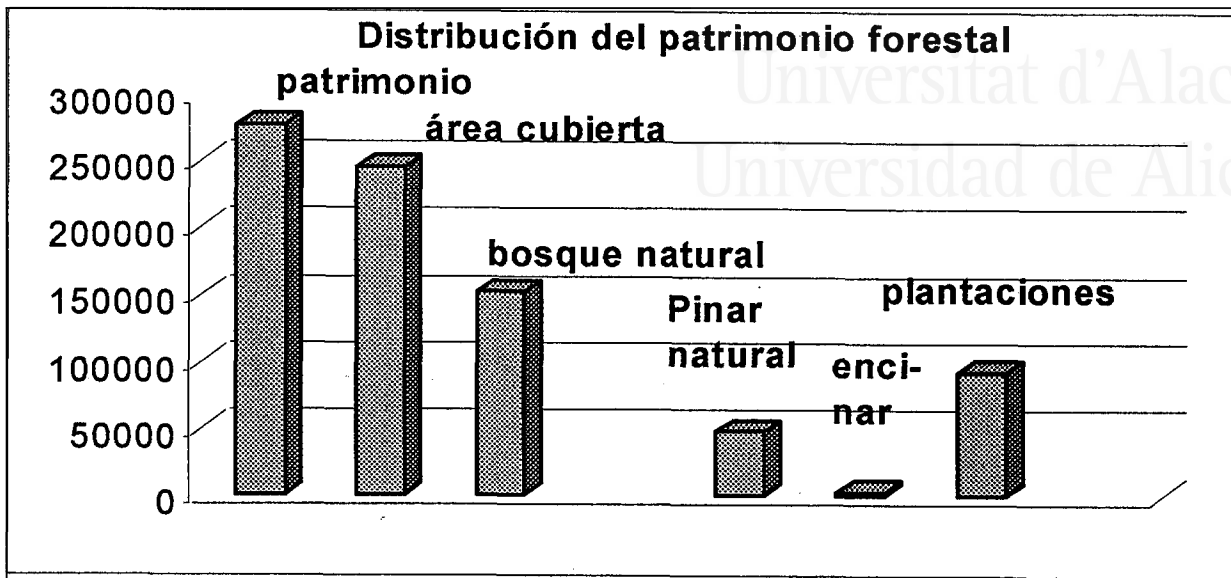


Figura 1.7: Distribución del patrimonio forestal provincial

Como se puede observar solo existe en la actualidad en estas empresas el 17.5% del patrimonio forestal cubierto por pinares naturales, mientras que las plantaciones de *P. caribaea* alcanzan el 24.31% y las de *P. tropicalis* el 2.35%.

Por su parte Padilla (1999), basándose en datos cartográficos y los registros de ordenación entre los años 1980 y 1986, obtuvo los siguientes datos sobre las plantaciones de *P. tropicalis* en varias empresas:

Tabla No. 1.2: Area de plantaciones de *P. tropicalis* en la provincia.

Empresa Forestal	Area de plantaciones
Macurijes	2967.8
Viñales	1475.7
Pinar del Río	1003.2
Minas de Matahambre	979.0
La Palma	10.0
Guanahacabibes	4.0
Area protegida	467.9
Total	6907.6

El mayor peso de las plantaciones corresponde a las Empresas con mayor área en las Pizarras y fundamentalmente en las zonas más occidentales.

En el Anexo No. 1 se puede observar una descripción general de las áreas en que se establecieron parcelas.

Mediante la colaboración con la Universidad de Alicante se establecieron dos puntos de muestreo, ubicados, el primero en áreas de la Empresa La Palma, en la localidad conocida por la Jagua, próximas a la parcela No.14; y el segundo en áreas de la Empresa Minas, en la localidad conocida por Baja, cerca de la parcela No. 22. En estos puntos se evaluó el comportamiento de la humedad relativa y la temperatura a nivel del suelo, en el intervalo de 7.30 AM a 4.00 PM, con el empleo de dos equipos, uno ubicado a la intemperie y otro bajo cubierta.

Se evaluó, además, la actividad fotosintética, la transpiración, la temperatura y la asimilación de CO₂ en ambas localidades.

Las evaluaciones dan como resultado que la temperatura y la humedad relativa a nivel del suelo presentan una relación inversamente proporcional, el día se inicia con bajas temperaturas y alta humedad relativa, a medida que aumenta la temperatura disminuye la humedad relativa, proceso que se revierte en horas de la tarde (ver gráfico 1).

La actividad fotosintética presenta sus valores más altos en horas de la mañana y a medida que aumenta la temperatura y disminuye la humedad relativa reduce sus valores.

La asimilación de CO₂ presenta un comportamiento proporcional a la actividad fotosintética; la transpiración, con pocas variaciones, se va incrementando con la temperatura y declina con ésta en horas de la tarde y la temperatura describe una amplia parábola con valores bajos en horas de la mañana y la tarde y máximos al medio día (Anexo No 3).

En evaluaciones anteriores y en otras áreas se observó que la actividad fotosintética era inversamente proporcional a la luz efectiva y la eficiencia máxima en la oscuridad se comporta también inversamente proporcional a la luz. La eficiencia en el aprovechamiento de la energía es mínima en el máximo valor PAR.

El flujo de savia, evaluado en un Brinzal y en un adulto, se manifiesta de la forma siguiente:

- El Brinzal parte de bajos niveles en horas tempranas de la mañana y aumenta rápidamente su actividad hasta 12.00 M, después de lo cual comienza a declinar hasta valores próximos a cero en horas de la tarde.
- El adulto se mantuvo en niveles bajos hasta las 11.30 AM, incrementando su actividad en una hora y volviendo a declinar inmediatamente.

Estas valoraciones son muy relevantes para evaluar la fisiología de *P. tropicalis* en áreas naturales, pero su carácter local y sin repeticiones limita su uso como elemento definitivo en la temática.

1.3. Evolución antrópica.

El pinar natural sobre Alturas de Pizarras es una formación determinada principalmente por factores edáficos, posibilitando por ello una estabilidad a lo largo del tiempo y marcada por la ocurrencia de incendios periódicos.

Desde el establecimiento de las primeras comunidades rurales en Pinar del Río se comenzó a aplicar una tala selectiva de los mejores individuos para la construcción de viviendas y la industria tabacalera fundamentalmente, acción que se fue incrementando con la elevación de la actividad económica y el crecimiento poblacional. La minería fue otro renglón que consumió grandes volúmenes de madera de pinos.

Los valles intramontanos y zonas cercanas a pueblos y caseríos fueron

transformados por completo en áreas agrícolas, mientras que las zonas más alejadas fueron sometidas al saqueo de los mejores individuos sin reparar en daños.

Esta tala selectiva, practicada por largos años, nunca acompañada de medidas de reconstrucción del bosque, dio al traste con la productividad de la formación, afectó su potencial genético al eliminar los mejores individuos y nos quejo como herencia un bosque en el cual los árboles de mayor diámetro, y más edad, no rebasan la altura media de la formación, como regla, y fenotípicamente son indeseados, cuestión que les permitió sobrevivir a la tala, y que, entre otras cosas, determinó que no se pueda emplear la altura mayor para determinar los índices de calidad.

Además, esta tala selectiva incrementó el intemperismo y la erosión del suelo, la ocurrencia de incendios y la introducción de especies ajenas a la formación, como el marabú y la pumarrosa.

En la dinámica forestal del año 2000 (MINAGRI, 2000) se reportan también 2793.00 has de encinares en las empresas estudiadas, estas áreas, por supuesto, correspondían a pinares naturales, degradados al punto de la no posibilidad de recuperación de los pinos, influenciado por la cría generalizada de cerdos en ellos.

Posterior al triunfo de la Revolución se comenzó a ejecutar un amplio plan de recuperación de los bosques, pero basado, para el caso de los pinares en la provincia, en la sustitución de las áreas naturales por plantaciones, las que en un inicio se proyectaron con el empleo de las dos especies, pero posteriormente se inclinó por *P. caribaea*, debido a las dificultades que posee *P. tropicalis* en su propagación en vivero (bajo poder de germinación y lento crecimiento inicial) presentando en la actualidad la siguiente situación:

Pinares Naturales _____	48718.9 Mhas
Plantaciones de <i>P. caribaea</i> _____	68257.5 Mhas.
Plantaciones de <i>P. tropicalis</i> _____	6533.3 Mhas

Como se ve, ya las plantaciones de *P. caribaea* superan ampliamente la suma de las áreas naturales y las plantaciones de *P. tropicalis*.

1.4. ENTORNO.

1.4.1. Características Físico- geográficas

1.4.1.1. Geología.

Chile (1999) basado en la revisión de varios autores, comenta: La geología del área no es compleja, es un macizo de rocas sedimentarias con cierto grado de metamorfismo, adquirido durante la Orogénesis Alpina temprana, en el Eoceno Medio. La litología es de rocas terrígenas de facie litoral y sublitoral, compuestas por arenas y arcillas, presentándose tres formaciones rocosas: San Cayetano, Arroyo Cangre y Sábalo, ocupando la mayor parte del área la primera y más antigua, datada por paleontología como del Jurásico Inferior a Medio.

Furrasola et al. (1964) exponen que el área que ocupan las Alturas de Pizarras está conformada por rocas del Jurásico Inferior a Medio, pertenecientes a la formación San Cayetano. Desde el punto de vista paleogeográfico este autor considera que el área está emergida desde el Cretáceo Superior y se ha mantenido como zona de montaña, alturas y llanuras desde dicha época hasta nuestros días. Esta formación, de la serie arenosa arcillosa, está compuesta por esquistos y pizarras, además de filitas y cuarcitas en algunas áreas donde el metamorfismo es más intenso. Es por ello que los componentes fundamentales en las unidades metamórficas son las areniscas cuarcíticas y el cuarzo.

Coinciden en estas consideraciones Biosca et al. (1986, citado por Hernández 1988). Estos autores están de acuerdo en que estas alturas han sido intensamente tectonizadas, ya que se observan los pliegues, fallamientos y corrimientos que han sufrido posteriormente.

1.4.1.2. Relieve.

Bennett y Alison (1966) catalogan el relieve de las Alturas de Pizarras como alomado, producto de la disección vertical erosiva. Marrero (1951) plantea que estas áreas presentan un relieve accidentado debido a la intensa erosión de las abundantes precipitaciones, predominando las colinas de laderas suaves y cimas redondeadas, constituidas por rocas de pizarras y areniscas, cuyas alturas oscilan entre 200 y 400 m.s.n.m.

Para Núñez Jiménez (1959) las pizarras son una serie de lomas cubiertas por espesos pinares y encinares. Las rocas son fácilmente erosionables por las lluvias y los ríos, que han moldeado en ellas una topografía de intrincadas alturas de cimas redondeadas. Las pizarras son llamadas por los campesinos como las "Lomas" y en ellas se localiza el Cerro de Cabras, punto culminante de esta región con 484 m de altura y de cuyas cercanías nace el río Cuyaguaje, el más caudaloso de Provincia.

Esta forma característica del relieve (en forma de caracol) provoca que la exposición varíe constantemente en muy pequeñas áreas a lo largo de un parte agua central, con la influencia sobre la vegetación y el suelo, que de ello se deriva.

1.4.1.3. Suelo.

Los suelos de esta región, según Bennett y Alison (1966), son arenosos que se derivan de cuarcitas, esquistos cuarcíticos y hasta cierto punto por rocas asociadas no esquistosas.

Marrero (1951), plantea que las Alturas de Pizarras cuentan con suelos predominantemente arenosos y pocos profundos, debido al constante lavado de las precipitaciones, apareciendo la roca madre al descubierto en extensas zonas y la pésima calidad de estos suelos ha convertido la formación en refugio de pinos y encinos, cuya tendencia es alejarse de otras especies competidoras.

Betancourt (1987) describe que en las Alturas los suelos son derivados de la

descomposición de cuarcitas, areniscas y esquistos. Son más profundos y fértiles en las bases de las colinas y en ellas predomina el *P. caribaea*, en las laderas y cimas de las elevaciones de la región, donde los suelos son más pobres, la especie predominante es *P. tropicalis*. Este autor clasifica los suelos como arenas cuarcíticas, ferralíticos rojos lixiviados típicos y ferralíticos cuarcíticos amarillos lixiviados.

El Instituto de Suelo (ACC, 1973) reporta que los suelos de montañas de las Alturas de Pizarras presentan las cotas más bajas de estos en Cuba con rangos entre 100 m a 300 m, llegando, incluso, cerca del poblado de Mantua a 50 m.

El Departamento de Suelos de la Delegación Provincial del MINAGRI (1984) reporta la mayoría de los suelos montañosos de las Alturas de Pizarras como esqueléticos, cuestión con la cual no coinciden muchos autores, pues existen marcadas diferencias a lo largo de toda la formación, presentándose unos terrenos arenosos y otros arcillosos, con predominio de esquistos los primeros y en los segundos rocas metamorfoseadas con abundancia de cuarzo, además de que la misma configuración del terreno produce diferencias entre las cimas, las pendientes y los declives. En la siguiente tabla se presenta lo que reporta el Departamento de Suelo del MINAGRI (2000) para los municipios con incidencia en las Alturas de Pizarras:

Tabla No. 1.3: Distribución de tipos de suelo en las Alturas de Pizarras.

Clave	Tipo de suelo	Área (ha)	%
XXVIII V	Esquelético antrópico	148670.82	50.97
XXVIII U	Esquelético natural	48855.45	16.75
IIA	Ferralítico rojo típico	1800.60	0.62
IIB	Ferralítico rojo concrecionario	6259.54	2.15
IIV	Ferralítico rojo poco lixiviado	7994.20	2.74
IIIA	Ferralítico rojo lixiviado típico	13200.16	4.53
IIIB	Ferralítico rojo lixiviado concrecionario	32560.43	11.16
VIA	Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado típico	32320.67	11.08
TOTAL	-----	291661.87	100

1.4.1.4. Clima.

En cuanto al clima, Marrero (1951) plantea que las precipitaciones anuales no son tan elevadas en las Alturas de Pizarras como en el eje montañoso de los Organos-Rosario, pero en cambio es más alta la pluviosidad que en las regiones llanas adyacentes. La abundancia de las lluvias ha sido un factor negativo desde el punto de vista edáfico, ya que la textura de las rocas ha impedido la formación de suelos profundos. Según el Instituto de Suelos, (1973) las precipitaciones que se encuentran en las Sierra de los Organos en general se diferencian de la siguiente forma:

- Hasta los 50 m de altura existen variaciones de precipitaciones que van de 1350 a 1450 mm anuales.
- A los 250 m alcanzan hasta 1700 mm.
- A partir de los 400 m las precipitaciones sobrepasan los 1800 mm anuales.

Para Trusov (1970, citado por Ricardo et al 1992), los valores de precipitación anuales oscilan entre 1800 y 2000 mm; en el período lluvioso entre 1200 y 1300 mm y en la sequía entre 300 y 400 mm.

Davitaya (1970) plantea que la suma de las temperaturas medias anuales superiores a los 10 °C, en el área de las pizarras oscila entre 9000 y 9500 °C, lo que determina la alta insolación, e incluye a la formación en la región climática de los paisajes geográficos de los bosques tropicales temporalmente húmedos, mayormente caducifolios y acicutifolios, en parte pantanosos.

El bioclima, según Novo y Luis (1989) está considerado como tropical caliente, con un período de sequía que presenta dos subtipos: 3-4 meses de sequía para las zonas más bajas, limítrofe con la llanura, 5-6 meses para las más altas. Los meses húmedos son desde mayo hasta octubre, existiendo un período prehúmedo con mínimas secundarias en julio, las máximas del período húmedo se dan en

septiembre y uno secundario en junio. La humedad relativa excede siempre el 75 %, aunque el efecto secante del viento es visible en las crestas más altas debido al relieve de montañas bajas que exhiben estas elevaciones, los valores promedios de temperaturas son aproximadamente de 23.7 °C anuales.

La zona se ubica en el tipo bioclimático thermoxerochimenico (Gausson, 1954, citado por Peñalver, 1991) al presentar un clima caliente con invierno seco, el cual presenta períodos poco lluviosos de no más de 4 meses.

Padilla (1999) cita que en la zona de estudio el clima predominante es caliente, con temperatura media de 25 °C y promedio de precipitación anual acumulada de 1400 mm.

1.4.2. VEGETACIÓN

1.4.2.1. Estrato albóreo.

Obviando la formación de galerías, que cuenta con más de 25 especies, cuando no está invadida por el *Syzigium jambos* (Figueroa et al. 1999), el estrato albóreo de las Alturas de Pizarras está compuesto por la trilogía mencionada: *P. caribaea*, *P. tropicalis* y *Q. oleoides ssp. sagraeana*. Cuando existen condiciones de suelo y humedad se pueden encontrar ejemplares de *Clusia rosea*, *Matayba apetala*, *Calophyllum pinetorum* y otros propios del bosque de galería que avanzan por las laderas.

En Tipología de los Pinares de *P. tropicalis*, de Del Risco (1990), se describen las áreas naturales como sigue:

“Los pinares naturales de Pino hembra (*P. tropicalis*) ocuparon naturalmente la parte occidental de la provincia de Pinar del Río y el **N** de la Isla de la Juventud, aunque de forma fragmentada, ya que están asociadas a diferentes tipos de suelo, tales como ferralítico cuarcítico amarillo derivados de esquistos cuarcíticos y areniscas

cuarcíticas formado de materiales silíceos, pobres en nutrientes, ácidos, propios de pinares.”

Refiriéndose a los pinares sobre Alturas de Pizarras el autor expone:

“Las Alturas de Pizarras se extienden más o menos simétricamente al eje transversal de los mogotes de caliza. El punto más elevado es el Cerro de Cabras con 480 m.s.n.m.

En estas alturas los suelos son derivados de pizarra (cuarcitas, areniscas y esquistos) los que generalmente son muy pobres en nutrientes, excepto los suelos derivados de esquistos. En los deluvios y zonas de sedimentación se estableció *P. caribaea* y en las laderas y cimas *P. tropicalis* que está más adaptado a las condiciones extremas presentes. La encina se distribuye en toda la región acompañando a ambos pinos

En la región más occidental, por el N. la topografía es más llana (Mantua, parte N de las Minas y Guane) y los suelos se presentan erosionados y esqueléticos, en estas condiciones de forma natural solo se reporta *P. tropicalis* y muy poco encino. En consultas con pobladores de edad avanzada y por la observación de campo se puede proponer la hipótesis sobre esta situación: “La reiteración de fuegos extensos y frecuentes impidieron el desarrollo de *P. caribaea*, menos resistente que el *P. tropicalis*. En la actualidad en estos territorios se han transformado grandes extensiones de bosques naturales en plantaciones con el sobreuso de *P. caribaea*, que según la dinámica del 2000 se presenta en la tabla 1.4.

Tabla No.1.4: Distribución de áreas naturales y plantaciones en las empresas de mayor peso (has).

Municipio	Superficie cubierta	Bosques naturales	Pinar natural	Encinar	Plantaciones	Pc	Pt
Mantua	46100.1	23056.0	4601.1	36.6	23050.4	14291.4	1374.5
Guane	39938.3	20013.9	6029.7	14.4	19924.4	13857.4	1496.7
Minas	57581.5	38209.4	15489.3	1427.8	19372.1	16544.2	979.0
Total	143619.9	81279.3	26120.1	1478.8	62346.9	44693.0	3850.2

Como se ve en la tabla, el área de pinar natural se ha reducido a la tercera parte de las plantaciones y las plantaciones de *P. tropicalis* solo representa el 8.61 % de lo plantado de *P. caribaea*.

Con relación el encino, esta especie está muy adaptada a las condiciones de la pizarra, desarrollándose con gran porte cuando las condiciones lo permiten y como un arbolito en las cimas de las lomas y lugares erosionados, además, en los lugares muy alterados por el hombre forma rodales puros originados por talar.

1.4.2.2. Sotobosque.

La vegetación de Alturas de Pizarras está catalogada como pobre en especies y cuenta con 24 endémicos distritales y otros muchos compartidos con Arenas Blancas y Cajálbana y se caracteriza por un conjunto de especies especializadas en las condiciones extremas de los suelos y el clima, como las Melastomátaceas.

Las condiciones de suelo y exposición matizan su estructura, de muy denso en arbustos a ralos y con una cobertura casi total de herbáceas.

Muchos autores han trabajado en esta cuestión sobre la estructura y composición de la vegetación en las Alturas de Pizarras, destacándose Juan Tomas Roig (1988) y los Hermanos Alain y León (1951, 1953 y 1957).

Samek y Del Risco en "Los Pinares de la Provincia de Pinar del Río" (1989) realizan la caracterización sinecológica de los pinares naturales en las Alturas de Pizarras, clasificándolos como sigue:

Asociación: *Querco- Pinetum tropicalis*.

Subasociaciones: - *cladonietosum* (1)

- *typicum*. (2)

- *clusietosum*. (3)

Asociación: *Querco- Pinetum caribaea*

Subasociaciones: - *pinetosum tropicalis*. (4)

-*typicum*. (5)

Descripción de las Subasociaciones:

1. – *cladonietosum*: Es catalogada como el sitio más extremo, pobre y seco, con predominio de especies oligotróficas (*Cladonia spp. div.*, *Aristida spp. div.*) y pobreza florística.

El estrato arbustivo es poco desarrollado (20-40 %), conformado por individuos más o menos aislados de *Pachyanthus poiretii*, *Byrsonima crassifolia*, *Roigella correifolia*, *Lyonia myrtilloides*, *Miconia ibaguensis* y otras, el estrato herbáceo, con cobertura entre el 50 al 80 %, está dominado por gramíneas.

2. – *typicum*: Se reporta como la de mayor área en la formación y se caracteriza por mantener la densidad del estrato herbáceo y ser un poco más denso el arbustivo.

3. – *clusietosum*: La subasociación *clusietosum* es la más húmeda y presenta especies en el estrato arbustivo características de las asociaciones de *P. caribaea*,

como *Clusia rosea*, *Davila rugosa*, *Mikania ranunculifolia*, *Mitracarpus glabrescen* y otras.

4. - *pinetosum tropicalis*: Representa una transición ecocenótica entre *Querco-Pinetum tropicalis* (sobre todo *clusietosum*) y *Querco- Pinetum caribaea typicum*, presentando muchas especies comunes.

Como se observa, estos autores describen la vegetación y condiciones generales de los pinares naturales donde se presenta *P. tropicalis* en Alturas de Pizarras, destacando que la aparición de las diferentes asociaciones se presenta en intervalos de espacios muy reducidos, debido a la configuración del terreno y a las variaciones locales de pendiente, exposición y la influencia antrópica fundamentalmente.

Con relación al estrato herbáceo cabe destacar que existe un predominio, con alta presencia y dominancia, del *Sorghastrum stipoides*, que se establece como un colchón muy denso y en pocas ocasiones está ausente, como se puede ver en las siguientes fotos



Figura no. 1.8: Presencia de *Sorghastrum stipoides* en el estrato herbáceo



Alacant
Alicante

Figura No. 1.9: Afloramiento rocoso.

CAPITULO II: Evaluación de campo. Clases de calidad. Parámetros

Predictores.

2.1 Evaluación de campo.

Siguiendo las reglas más empleadas en estudios ecológicos de especies, lo primero que se debe ejecutar es la delimitación del territorio en que se realizara dicho estudio, definido por la presencia de la especie; lo segundo elegir, dentro de dicho territorio, un conjunto de parcelas que se consideren representativas de la totalidad del mismo, y en tercer lugar tomar una serie de datos concretos de cada una de estas parcelas para, con ellos, hacer los estudios y análisis convenientes y extraer una serie de consecuencias que puedan extrapolarse al resto del territorio.

Estas premisas son expuestas por Gandullo et al (1972) y Blanco et al, (1989) y en sentido general este criterio es empleado universalmente, y fue lo seleccionado para iniciar los trabajos de campo en la investigación.

2.1.1. Delimitación del territorio.

El territorio delimitado se ha definido sobre la base del mapa de suelo provincial, de escala 1:100 000, del Departamento Provincial de Suelo del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI 2000) de Pinar del Río, seleccionando los suelos montañosos y premontañosos del patrimonio forestal de las Empresas Forestales siguientes:

Tabla No.2.1: Bosques naturales y plantaciones de *P. caribaea* y *P. tropicalis* en las Alturas de Pizarras

EMPRESA	Alturas de Pizarra (Has.)	PINARES (Has.)					Ubicación (Municipios)
		Pt.		Pc.		Pt./Pc	
		Natural	Plantación	Natural	Plantación	Natural	
Macurijes	77728	10720.4	7505.2	79.0	30162.8	0.0	Guane y Mantua
Minas	42824	12045.9	1253.7	0.0	19525.3	0.0	Minas
Viñales	38359	18078.1	1205.4	0.0	2235.5	465.8	Viñales
La Palma	26173	807.0	10.0	6354.4	1166.7	578.6	La Palma
P. del Río	25681	4068.4	728.7	0.0	2779.1	372.0	P. Río, San Juan
Total	210765	45719.8	10703.0	6433.4	55869.4	1416.4	7 Municipios

Como se puede apreciar en la tabla anterior se evalúa, en la investigación, un área total de 210765 has. en las cinco empresas forestales con mayor incidencia en Las Alturas de Pizarras, de las cuales han sido transformadas un total de 66572.4 has. de bosques naturales en plantaciones, correspondiendo a *P. tropicalis*, solo el 19.98 % de lo plantado en estas cinco empresas.

Para la selección de los posibles sitios a evaluar, también se revisaron todas las actualizaciones en los registros de ordenación, que explican las transformaciones efectuadas en los diferentes rodales, posteriores a la ordenación, aunque no todas las actividades efectuadas en el campo están registradas y la mayoría de los sitios seleccionados se localizaron en las regiones menos accesibles y alejadas de las poblaciones.

2.1.2. Definición del muestreo.

Valorando la fragmentación que ha sufrido la formación natural, presentándose las áreas naturales en forma de islas, hemos optado por un muestreo aleatorio simple, dedicándonos a evaluar de forma independiente una cantidad de parcelas tal que abarcaran las diferentes localidades dentro del territorio característico de las Alturas de Pizarras.

Se visitaron los Departamentos de Ordenación de las cinco Empresas Forestales vinculadas a la investigación, recopilándose las existencias de áreas naturales de los libros de ordenación correspondientes a la ordenación de 1989. Con esta información, se procedió a la visita de las áreas preseleccionadas y al establecimiento de parcelas temporales de 500 m², según el criterio de Nacimiento et al (1991), para su evaluación y se descartaron las áreas que no cubrían por lo menos 5 has de superficie continua, por la alteración que presentan, igualmente se evitó la selección de áreas próximas a poblaciones.

Estas parcelas se establecieron de forma circular, siempre que las condiciones lo permitieran, cuando no, la forma fue rectangular, pero siempre de 500 m².

Se seleccionaron un total de 38 parcelas, distribuidas como sigue:

Tabla No.2.2: Ubicación de las parcelas por empresa y localidad.

Empresa	Localidad	Total de parcelas	No. de parcelas
Viñales	Km 18. Carrt. Viñales	2	1, 2
	El Cuajani	2	6, 7
	Las Breas	2	8, 9
	Ancón	4	10, 11, 12, 13
La Palma	La Jagua	3	14, 15, 16
	Juan Manuel	2	17, 18
Minas	Cantajorra	3	3, 4, 5
	Mina el Mono	3	19, 20, 21
	Baja	2	22, 23
Pinar del Río	El Cerro	3	24, 25, 26
	La Baritina	4	27, 28, 29, 30
	Cayo Ratonés	2	31, 32
Macuijes	Mina Dora	2	33, 34
	Sábalo	2	35, 36
	Bartolo	2	37, 38

La distribución de las parcelas establecidas abarcó un área significativa dentro de la formación, ubicando parcelas en las Pizarras del N, el Centro y en las del S.

En la zona de Galalón, perteneciente a la Empresa La Palma, no se pudo establecer parcelas, no obstante en el anexo No. 1 se describe las características de las masas en esa localidad, el suelo y el estado actual.

2.1.3. Datos de las parcelas.

A cada parcela se le anotó su ubicación, coordenadas, localidad, pendiente, exposición, erosión, relieve, topografía general de la zona y se les calculó el coeficiente de resguardo, según Blanco et al (1989).

Se le realizó la medición de diámetro y altura a todos los individuos mayores de 1.30 m, evaluándose su estado fisiológico en las categorías de brinzales, latizales, adultos y maduros, de acuerdo a Samek (1967), ajustada para este trabajo, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla No 2.3: Descripción del estado fisiológico del *P. tropicalis*.

Categoría	Diámetro (cm)		Altura (m)		Descripción
	de	hasta	de	hasta	
Brinzal	2.0	11.0	1.4	8.0	Copa muy cónica, entrenudos cortos, ramas cortas, corteza muy gruesa en la base.
Latizal	8.0	18.0	6.0	12.0	Copa cónica, pero abierta, entrenudos abiertos, ramas más largas y corteza menos gruesa.
Adulto	9.0	o más	12.0	o más	Árbol de copa abierta con conicidad, ramas vigorosas, marcada poda natural, corteza rugosa.
Maduro	--	--	--	--	Árbol con copa de sombrilla, agrupa en $\frac{1}{4}$ o menos del fuste en rodales, ramas muy vigorosas y corteza gruesa y alisada.

Se efectuó conteo de la regeneración, su vigor y distribución, considerando como posturas las plantas hasta 1.30 m de altura. Tanto en la clasificación fisiográfica como en la evaluación de la regeneración se hizo énfasis para su posterior empleo en la determinación de la demografía de la especie y la determinación del estado de la formación para los posibles manejos a aplicar.

También, se ejecutó la evaluación de las especies del sotobosque, contabilizando todos los individuos en cada parcela.

Se realizó la agrupación por clase diamétrica (CD) a intervalos de un cm, a todos los pinos medidos y se calculó la CD media; a los cinco (5) árboles más próximos a esta CD se les tomó una muestra con una barrena de Presler a 0.30 m de suelo, el conteo de los anillos más dos, se tomó como la edad del árbol y la media de los cinco árboles como la edad media del rodal; esta operación se repitió a los cinco árboles mayores de cada parcela.

2.2 Clase de calidad.

La primera fase de un estudio de crecimiento y rendimiento es la elaboración de un sistema para la clasificación de la productividad de los sitios forestales, los cuales constituyen el conjunto de los factores edáficos y bióticos que determinan la

permanencia y la productividad de biomasa de determinada comunidad forestal (Álvarez y Varona, 1988).

Anexando a lo anterior, este tipo de estudio también se realiza para el conocimiento ecológico de una especie dada.

Muchos autores citan y han empleado como el mejor predictor de la clase de calidad de una especie arbórea dada, la altura media de los 100 árboles mayores por ha. Se puede destacar a: Klepac (1976), Alder (1980), Aguirre y Zepeda (1985), Álvarez y Varona (1988), Parde y Bouchon (1994), Baes y Gra (1988), Gra et al (1991), Peñalver (1991), Aguilar (1991), Aldana (1994), Andenmatten and Letourneau (1997), Padilla (1999), entre otros.

Alder (1980, citando por Gra, 1991) plantea que la altura mayor de un rodal uniforme a una edad determinada, es un buen indicador del potencial productivo de ese tipo de bosque en ese sitio en particular. Por eso la construcción de curvas altura- edad para diferentes clases de sitios, es el primer paso en la construcción de modelos de crecimiento y rendimiento, y coincidiendo con Klepac (1976) y Campos (1989) la recomienda pues es casi insensible a la diferencia de densidades de los rodales.

Se define como altura dominante a la altura media de los árboles más grandes de una masa, que deben ser los más gruesos y mejores. Esta noción fue utilizada por Weise (1880) y reutilizada por Parterson (1955), Kramer (1959), Prodan (1965), (citados por Parde y Bouchon, 1994).

Con los datos tomados en las parcelas se procedió al cálculo de la altura mayor y la edad de los árboles considerados como tal, pero el análisis de la información nos ofreció un cuadro que refleja la evolución antrópica, o sea, la influencia antrópica en la estructura de estos bosques, la gran mayoría de los árboles mayores en diámetro son árboles deformados, fenotípicamente indeseables, que sobreviven precisamente por estas características y los que hubieran realmente representado

la calidad de la estación se encuentran en forma de tablas, parales y marcos en construcciones centenarias y más modernas en nuestros campos, ciudades e incluso fuera de Cuba.

Esta situación no se le presentó a Padilla (1999) en las tablas de calidad de la especie en plantaciones, lo que confirma aún más lo expuesto.

Lo descrito anteriormente, nos obligó a tomar otra opción: la de realizar los cálculos sobre la base de la altura media de las parcelas evaluadas.

Este parámetro ha sido empleado como alternativo en varios trabajos, para facilitar su adquisición por el personal de la producción, Gra y col (1991) en las tablas de calidad para *P. caribaea*, realizan el cálculo por la altura mayor y lo correlacionan con la altura media del rodal, Padilla (1999) también refiere el uso de alturas mayores y la correspondiente altura media.

Y realmente, con el conocimiento, medios y volumen de trabajo, el personal técnico de las empresas, vinculados a la ordenación y manejo del bosque, trabajan con la altura media del rodal, que les es más fácil de adquirir y responde a los requerimientos para aplicar los diferentes tratamientos al bosque.

El método empleado fue el de la curva guía, recomendado por numerosos autores, a la edad de 45 años, empleando una ecuación exponencial, derivando hasta la obtención de cinco calidades de sitio (tabla No 2.4). El empleo de la ecuación exponencial se basa en la consideración de que el potencial de desarrollo de los árboles es mayor que el actual.

La ecuación del máximo y mínimo se exponen a continuación:

$$\text{Máximo: } y = 0.2667x + 4.1103$$

$$\text{Mínimo: } y = 0.1678x + 1.171$$

A continuación se presentan la tabla y el gráfico obtenidos en la valoración de los datos de campo.

Tabla No. 2.4: Calidad de sitio para *Pinus tropicalis* en bosques naturales de las Alturas de Pizarras.

INDICE DE SITIOS											
Edad	I		II		III		IV		V		
5	5.88	5.44	5.00	4.56	4.13	3.70	3.10	2.51	2.26	2.01	1.76
10	7.28	6.77	6.27	5.77	5.25	4.73	4.12	3.51	3.17	2.84	2.52
5	8.67	8.11	7.54	6.98	6.37	5.77	5.14	4.50	4.09	3.68	3.27
0	10.07	9.44	8.81	8.18	7.50	6.81	6.15	5.50	5.01	4.52	4.03
25	11.46	10.77	10.08	9.39	8.62	7.85	7.17	6.50	5.93	5.36	4.79
30	12.86	12.11	11.35	10.60	9.74	8.89	8.19	7.49	6.85	6.20	5.55
35	14.25	13.44	12.63	11.81	10.87	9.92	9.21	8.49	7.77	7.04	6.31
40	15.65	14.77	13.90	13.02	11.99	10.96	10.22	9.49	8.68	7.88	7.07
45	17.05	16.11	15.17	14.23	13.11	12.00	11.24	10.49	9.60	8.72	7.83
50	18.44	17.44	16.44	15.44	14.24	13.04	12.26	11.48	10.52	9.56	8.59
55	19.84	18.77	17.71	16.65	15.36	14.08	13.28	12.48	11.44	10.40	9.35
60	21.23	20.11	18.98	17.86	16.48	15.11	14.30	13.48	12.36	11.23	10.11
65	22.63	21.44	20.25	19.07	17.61	16.15	15.31	14.48	13.27	12.07	10.87
70	24.02	22.77	21.52	20.27	18.73	17.19	16.33	15.47	14.19	12.91	11.63
75	25.42	24.11	22.80	21.48	19.86	18.23	17.35	16.47	15.11	13.75	12.39

Clases de Calidad

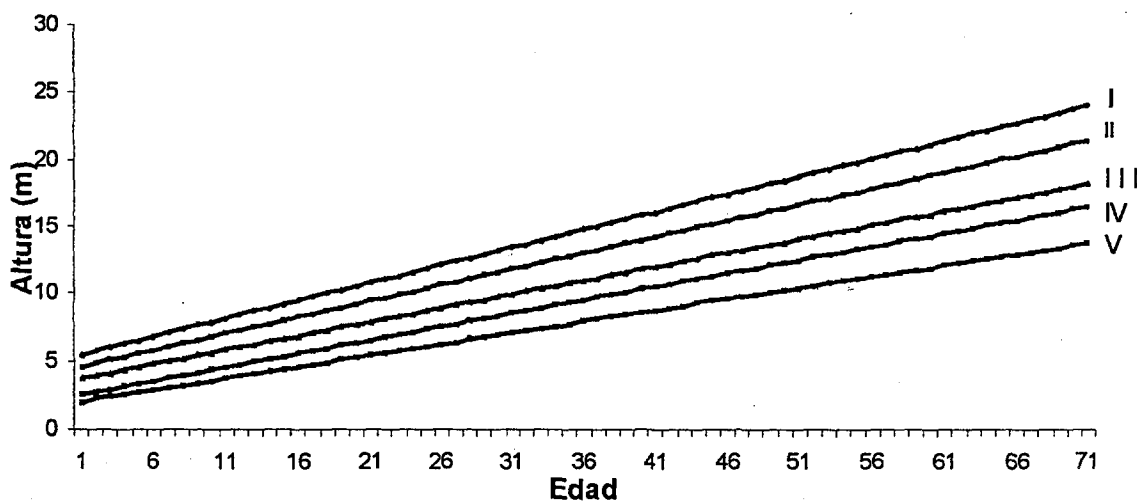


Gráfico No. 2.1: Clases de calidad de *P. tropicalis*.

Definidas las clases de calidad, se ubicaron las parcelas en estas, quedando distribuidas como sigue:

Tabla No 2.5: Distribución de parcelas por calidades de sitio.

Clase de calidad	Parcelas	Total	Porcentaje
I	3, 15, 28	3	7.8
II	1, 2, 10, 12, 13, 16, 26, 27, 35	9	23.7
III	4, 11, 21, 25, 30, 32, 33, 36, 38	9	23.7
IV	5, 6, 14, 19, 20, 24	6	15.8
V	7, 8, 9, 17, 18, 22, 23, 29, 31, 34, 37	11	29.0
TOTAL		38	100

Se aprecia en los datos de la tabla la poca abundancia de sitios con clase de calidad I, y la abundancia del resto de los sitios, considerando esta cuestión como un producto del aprovechamiento selectivo y de la disponibilidad de áreas naturales en la formación, además, la alteración del suelo por el pastoreo de animales, incluido el cerdo, compacta los suelos y afecta la vegetación y la biodiversidad en sentido general por la depredación que realiza.

2.3. Parámetros Predictores.

Las Alturas de Pizarras se extienden de **E** a **W** por el centro **N** de la provincia de Pinar del Río, y los mogotes insertados en su centro, lo que origina su subdivisión en Pizarras del Norte, Pizarras del Centro y Pizarras del Sur, no obstante no posee alturas elevadas y se extiende paralela a las costas, manteniendo la latitud con muy poca variación, lo que permite valorar la influencia de los factores climáticos como muy poco variables en toda la formación, recayendo mayor peso en los factores edáficos y fisiográficas.

Varios autores proponen incorporar entre las variables predictoras elementos del suelo y la topografía, así Alder (1980), plantea que utilizar como variables predictoras el contenido de nutrientes, la profundidad y la textura del suelo entre otros, puede considerarse modelos de predicción de la calidad del sitio. Yordanov

(1989 citado por Peñalver, 1991), considera adecuado estudiar las relaciones entre el índice de sitio y factores tales como la profundidad del suelo, el contenido de humus, la capacidad de retención de agua, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y los niveles de micronutrientes, Blanco (1989) emplea una gama amplia de factores edáficos, fisiográficos, climáticos y silvícolas y Gandullo (1972) utiliza en sus estudios factores edáficos y climáticos fundamentalmente.

En Cuba se ha sobreempleado el uso de criterios dasométricos para las determinaciones de tablas de densidades, volúmenes y surtidos de diferentes especies.

De estas valoraciones se consideró la definición de los parámetros predictores por este orden.

2.3.1 Factores Edáficos.

Para obtener la información sobre el tipo de suelo se planteó la ubicación de cada parcela, por sus coordenadas, en el mapa provincial de suelo (1: 50 000) de la Dirección de Suelo, de la Delegación Provincial de MINAGRI (1998), y la revisión de la base informática de la misma fuente, obteniendo la siguiente información:

Tabla 2.6: Ubicación de parcelas por tipos de suelo.

Tipo de suelo	Superficie total en las Pizarras (ha)		Parcelas
	Ha	%	
Esquelético antrópico	148670.82	52.4	16, 19, 24, 25, 26, 29, 30
Esquelético natural	48855.45	17.2	4, 6, 7, 11, 12, 14, 17, 18, 20, 21, 31
Ferralítico rojo típico	1800.66	0.6	27, 28
Ferralítico rojo concrecionario	6259.54	2.2	15, 22, 23, 35, 36, 37, 38
Ferralítico rojo lixiviado típico	13200.16	4.7	10, 13
Ferralítico rojo lixiviado concrecionario	32560.43	11.5	3, 5
Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado típico	32320.67	11.4	1, 2, 8, 9, 32, 33, 34

Total	283667.73	100	38
-------	-----------	-----	----

Cerca del 50 % de las parcelas se ubican en suelos esqueléticos, pero ninguna de la clase de calidad I, las que se desarrollan en suelos ferralíticos rojos; el total de parcelas en este tipo de suelo lo componen el 34 % de parcelas de la clase II, el 56 % de la III, el 84 % de la IV, y el 46 % de la clase V. Como se ve el porcentaje aumenta al disminuir el valor de la clase de calidad, aunque la clase V, que es la peor, solo presenta el 46 % de participación.

Dentro de estos parámetros no se consideró el contenido de minerales ni los niveles pH. Para el primer caso coincidimos con Gandullo (1972) que refiere el criterio de Duchafour y Laatsch para justificar la no determinación de los macroelementos planteando que en especies forestales que no son de crecimiento rápido, la determinación de los macronutrientes tiene una importancia secundaria, y tanto más si se trata de masas autóctonas situadas en ecosistemas en los que el régimen hídricos de aridez viene a ser el factor determinante de su existencia y de la calidad.

El pH, en la formación, se mantiene en niveles muy por debajo de 7, siendo normales los valores de 4.5 a 5.5, con muy poca variación, por lo que no se consideró como factor determinante en el desarrollo de la especie.

Para el análisis de la influencia de los suelos se tomaron cuatro parámetros predictores, como los más variables entre los diferentes tipos de suelo, los que describimos a continuación:

Profundidad (PRO): Existe una marcada diferencia entre los suelos esqueléticos y el resto, considerando que su propia clasificación se deriva de la amputación del horizonte A, e incluso, parte del B.

La profundidad es una de las cualidades del suelo que más influye en el desarrollo de los árboles, para su evaluación se tomaron los valores reportados por las calicatas realizadas por la Dirección de Suelo y complementada por las realizadas por Gra en 1991, en el estudio de índice de sitio para plantaciones de *P. caribaea*, el valor asignado al parámetro es el reportado en cm.

Erosión (ERO): Este factor incide directamente sobre la productividad del suelo y en las Alturas de Pizarras la erosión ha jugado un papel determinante, asociado a los incendios y los manejos a que ha estado sometida la formación en el tiempo, unido a la fragilidad de los suelos, lo que se observa en las cimas y laderas de fuerte pendiente descubiertas.

La evaluación de este parámetro se realizó en cada parcela y se le asignó el valor de la estimación de la fracción del suelo perdido, considerando hasta el 100% de la pérdida del horizonte A el valor de "1".

Grava (GRA): Por lo general los suelos de las Alturas de Pizarras poseen gran número de gravas y piedras de diferentes diámetros que ocupan determinado volumen en el suelo y que se presentan de forma natural o por efecto de la amputación de los horizontes por la erosión, reduciendo por tanto las posibilidades de desarrollo de las especies. Para su evaluación se tomaron los datos reportados de las calicatas antes citadas y se presentan en porcentos.

Textura (TEX): En la formación se presentan, sin apenas transición, suelos arenosos y arcillosos motivados por los arrastres y la erosión, pero la textura de los suelos de forma general varía de loan arcillo arenoso a loan arenoso y arenosos. Los suelos ferralíticos rojos son los más arcillosos y profundos valorándose como loan arcillo arenoso y asignándoles el valor 10, los ferralíticos cuarcíticos amarillos rojizos presentan mayor contenido de arena, aunque siguen presentando el componente arcilla, catalogándose como loan areno arcilloso y recibiendo el valor

de 5; por último, los suelos esqueléticos conservan muy bajos niveles de arcilla y se catalogan como arenosos y se valoran con 1.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

2.3.2: Factores Fisiográficos.

La configuración de las Alturas de Pizarras es conocida como caracol, debido a la presencia de innumerables declives, elevaciones de poca longitud y exposiciones variables, la topografía va de alomada a montañosa y las pendientes fuertes y mesetas se suceden muy frecuentemente con valles intramontanos cerrados o abiertos, pero de poca extensión. Teniendo en cuenta estas características solo escogimos tres parámetros fisiográficos por la marcada influencia en el desarrollo de la formación natural: el coeficiente de resguardo, la exposición y la pendiente.

Coeficiente de Resguardo (RES): Este parámetro se toma en consideración a la gran variación topográfica; se obtiene a través del cálculo de la superficie situada a 500 m o menos, con cota superior a 40 m de altitud por encima del punto de observación, su valor se expresa en porcentaje de la superficie total (78.54 has) y fue calculado para cada parcela.

Exposición (EXP): Dado por la orientación principal de las Pizarras, de **E** a **W** y la posición tropical de Cuba, la exposición **N** es la más favorecida por las condiciones de umbría y por la influencia directa de los frentes fríos en temporada de seca. Por el **E** se recibe la influencia de los vientos, al ser esta dirección la de los vientos predominantes, las exposiciones **S** y **W** reciben mayor radiación y soportan las mayores influencias de la sequía. Valorando estas condiciones se le asignaron valores, a las exposiciones, de acuerdo al acimut que presentan en cada parcela.

Para la valoración de la exposición se tiene en cuenta la macro y la micro exposición, la primera división se refiere a la ubicación del rodal en Pizarras del

Norte, Centro o Sur, la segunda corresponde al acimut de la parcela en cuestión, ofreciendo los resultados que se muestran a continuación:

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla No. 2.7: Valoración de la influencia de la exposición

Macro		Micro	
P. Norte	3	N-NW-NE	8
P. Centro	2	E-SE	5
P. Sur	1	S-SW	3
		W	1

Combinado el primero como modificador se tiene en cuenta la ubicación regional de cada estación, asignando los valores de 3 a las Pizarras del Norte, 2 a las del Centro y 1 a las del Sur; de tal forma el parámetro alcanza valores desde 1 hasta 24.

Pendiente (PEN): Este parámetro no parece influenciar de manera determinante en la calidad del arbolado, pero vinculado a la exposición, al tipo de suelo y la erosión incrementa su papel. Se le asignan los valores medidos, en porcentaje, de cada parcela.

2.3.3. Factores Biológicos y Ecológicos.

El *P. tropicalis* se encuentra desarrollándose en una formación muy antigua lo que le ha conferido características individuales que son dadas por su desarrollo a través de tiempo y que ha configurado, además, a la vegetación que lo acompaña en la formación natural. La edad media del rodal, el diámetro alcanzado, el número de árboles, la composición de especies del género *Pinus* y la regeneración conforman los parámetros nombrados silvícolas o biológicos que se describen a continuación.

2.3.3.1. Factores Biológicos:

Como ya se ha explicado, la altura media de la estación es el parámetro empleado para el cálculo de la clase de calidad y es el indicador a predecir.

Se evaluaron la edad media del rodal, su diámetro medio, la densidad expresada en el número de árboles por ha, la composición, dada por la presencia de *P. caribaea* o no y la regeneración.

Edad (EDA): La edad de la estación está determinada por las características evolutivas del arbolado y por la influencia antrópica fundamentalmente y es muestra del grado de estabilización que posee la masa; se tomaron los datos obtenidos de cada parcela por el análisis de los anillos efectuados.

Diámetro medio (DAP): Corresponde al diámetro de la CD media calculada en cada parcela y aunque se identifique como DAP, corresponde al diámetro tomado a 1.30 m del suelo. Este parámetro cuantitativo es el más importante en la evaluación de los árboles, pues es medido de forma directa y a partir de él se pueden obtener índices evaluativos fundamentales (Malluex, 1982), por estas consideraciones se incluyó.

Número de árboles (NAR): El número de árboles es un parámetro muy empleado como sinónimo de densidad y en formaciones naturales de pinares está muy determinado por las condiciones generales de ubicación, por la capacidad reproductiva de la especie, las condiciones del suelo y la vegetación. Se tomaron los valores reportados en cada parcela.

Composición (COM): La presencia de las dos especies de *Pinus* sigue la distribución descrita por varios autores, en las localidades donde se presentan los dos. En los estudios comprobamos que en la región **NW** de la provincia no se reporta *P. caribaea* de forma natural, determinado por causas desconocidas, aunque probable sea la acción repetida, en el tiempo, de los incendios en una zona

más árida, además, se estima que *P. caribaea* esta presente en los mejores suelos y *P. tropicalis* es menos exigente en esta cuestión. Se asignaron valores de 2 a la presencia de las dos especies y 1 cuando sólo aparece *P. tropicalis*.

Regeneración natural (REN): La cantidad de posturas por ha, de *Pinus tropicalis*, es directamente proporcional a la cobertura del suelo, tanto por la vegetación como por la acumulación de acículas, pero cuando se producen alteraciones naturales o artificiales en el suelo (fuegos, actividades extractivas, etc.) la regeneración es explosiva, al igual que en calveros y orillas de caminos, la densidad del rodal ejerce una influencia menos marcada, no obstante la sobrevivencia de esas posturas en el tiempo si se relaciona con la calidad del arbolado y el suelo. Se le ha asignado los valores ajustados, como se describe a continuación.

Tabla No. 2.8: Valoración de la regeneración natural

Categoría	Cantidad de posturas/ Há	Valor
Buena	> 199	10
Regular	81 a 199	6
Mala	< 81	2

2.3.3.2. Factores Ecológicos.

Estos parámetros están referidos a la estructura y composición de la vegetación, su riqueza e índice de biodiversidad que posee variaciones a lo largo de la formación natural, así como la importancia de aquellas especies que sirven como indicadores de una características dada en una estación.

Riqueza (RIQ): Al realizar el conteo físico de todas las especies existentes en las parcelas se puso de manifiesto una gran variación entre ellas, respondiendo ésta a las condiciones propias de cada locación y contrastando con la pobreza específica de la formación. A este parámetro se le asigno el valor reportado en cada parcela.

Índice de Biodiversidad (BIO): A cada parcela se le calculó el índice de biodiversidad de Shannon- Weaver (1963), el valor estimado fue el asignado al parámetro, manifestándose muy variable en correspondencia con las variaciones del entorno y relativamente muy bajo.

Se realizó, además, una valoración de la presencia de las especies por parcelas y calidades, determinando las especies indicadoras de la calidad de las diferentes estaciones.

2.3.4. Factores Climáticos.

Como se ha explicado anteriormente, las variaciones climáticas no son de rangos notables a todo lo largo de la formación, no obstante incluimos algunos análisis de temperatura, lluvia y humedad relativa, basando su división en período de sequía y período lluvioso, por la influencia de las fluctuaciones existentes entre ambos períodos, además, se anexan las tablas umbrófilas de las estaciones meteorológicas consultadas (Anexo 4).

Temperatura media de período de sequía (TxS): El período de sequía se extiende, en el territorio, desde noviembre hasta abril, caracterizado fundamentalmente por el arribo de los frentes fríos y una sequía más o menos intensa. Se asignan los valores medios calculados por cada localidad de las estaciones climáticas más cercanas.

Temperatura media de período lluvioso (TxL): Parámetro similar al anterior, pero calculado para los meses de mayo a octubre, considerado como el período lluvioso, presentándose tormentas tropicales y turbonadas acompañadas de fuertes vientos y lluvias.

Para los casos de la lluvia acumulada y la humedad relativa se siguió el mismo procedimiento y se reportan las variables siguientes:

Lluvia acumulada en el período de sequía (LxS).

Lluvia acumulada en el período lluvioso (LxL).

Humedad relativa media del período de sequía (HrS).

Humedad relativa media del período lluvioso (HrL).

A continuación se presentan todos los parámetros, sus valores mínimos, medios y máximos y su desviación estándar.

Tabla No. 2.8: Valores mínimos, medios, máximos y desviación estándar.

FACTOR	MINIMO	MEDIO	MAXIMO	DESVIACION
ALT	8.722	11.366	16.112	2.420
EDA	15	36.162	55	8.067
RES	0	35.974	93	27.963
PRO	0.10	0.284	0.8	0.194
ERO	0.25	0.851	1.25	0.337
GRA	20.00	61.077	98.00	22.376
TEX	1.00	2.095	5.00	1.772
EXP	1.00	6.409	24.00	7.545
PEN	5.00	14.733	45.00	11.142
DAP	7.80	12.924	21.30	3.376
NAR	340.00	927.501	1920.00	409.601
REG	2.00	4.787	10.00	2.996
COM	1.00	1.500	2.00	0.507
RIQ	8.00	14.959	33.00	5.669
BIO	0.81	1.559	2.93	0.643
TxS	22.80	23.058	23.50	0.192
TxL	26.30	26.819	27.10	0.154
LxS	270.60	313.797	450.70	41.859
LxL	970.80	1249.293	1330.20	110.018
HrS	75.10	77.550	81.33	1.567
HrL	81.50	82.315	83.40	0.576

Capítulo III: Caracterización de las Masas Naturales de *Pinus tropicalis* en las Alturas de Pizarras.

3: Generalidades.

Una vez analizados los datos de campo y los obtenidos por otras fuentes, se arriba a resultados sobre las características generales y particulares de las masas naturales de *P. tropicalis* en las Alturas de Pizarras.

Estas masas siempre se han considerado como un bosque mixto, con la distribución de *P. caribaea* y *P. tropicalis* determinadas por las condiciones de suelo, con la primera en los sitios de mejores condiciones edáficas y *P. tropicalis* relegado a las peores condiciones. Sin embargo, ambas especies se encuentran realmente mezcladas en los rodales independientemente de su topografía y exposición en aquellas áreas donde existen las dos especies.

3.1. Base de datos.

Para llegar a la caracterización de las masas naturales de *Pinus tropicalis* nos basamos en el procesamiento de los datos tomados en las parcelas, más los adquiridos sobre la información edafológica y climatológica.

Los parámetros predictores se han procesado según la agrupación vista anteriormente: Factores Edáficos, Factores Fisiográficos, Factores Biológicos, Factores Ecológicos y Factores Climáticos, de acuerdo a este orden se ha ejecutado el análisis y se ofrecen los resultados, los cuales se procesaron con el auxilio de los estadísticos Excel y SPSS.

3.2. Caracterización Edafológica.



Figura No. 3.1: Vista de la cubierta de suelo en un pinar natural.

Para valorar el efecto de las características edáficas sobre la calidad de las masas naturales se tomaron los factores siguientes: PRO, ERO, GRA y TEX, vistos en el capítulo anterior, mostrando a continuación sus valores mínimos, medios, máximos y su desviación estándar:

Tabla No. 3.1: Valores mínimos, medios, máximos y desviación estándar:

Factor	Mínimo	Medio	Máximo	Desv. Est.
PRO (cm)	0.10	0.284	0.8	0.194
ERO (frac)	0.25	0.851	1.25	0.337
GRA (%)	20.00	61.077	98.00	22.376
TEX ®	1.00	2.095	5.00	1.772

® Valor relativo

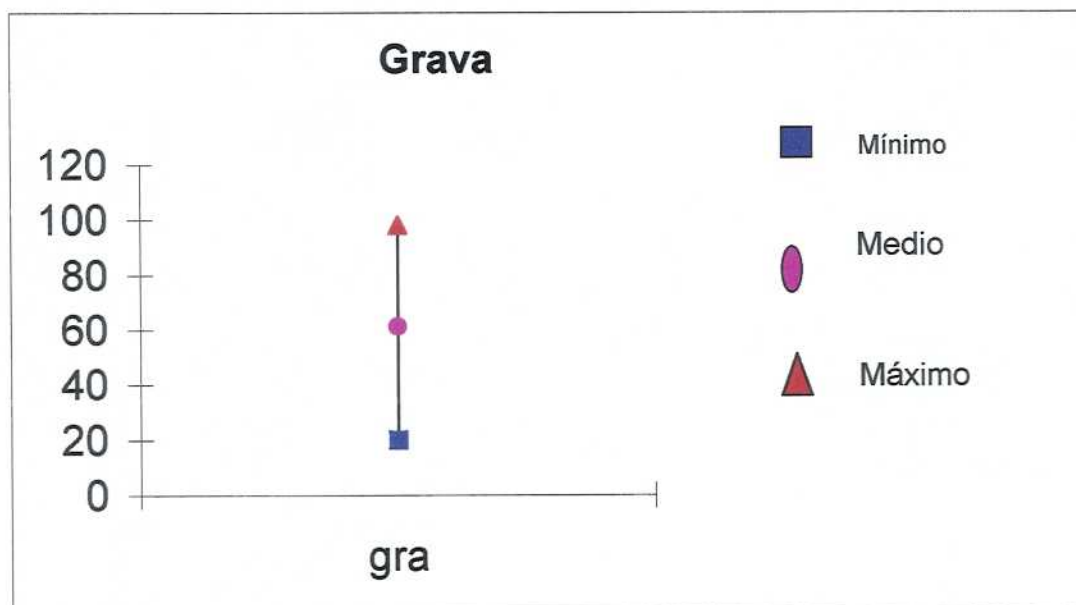
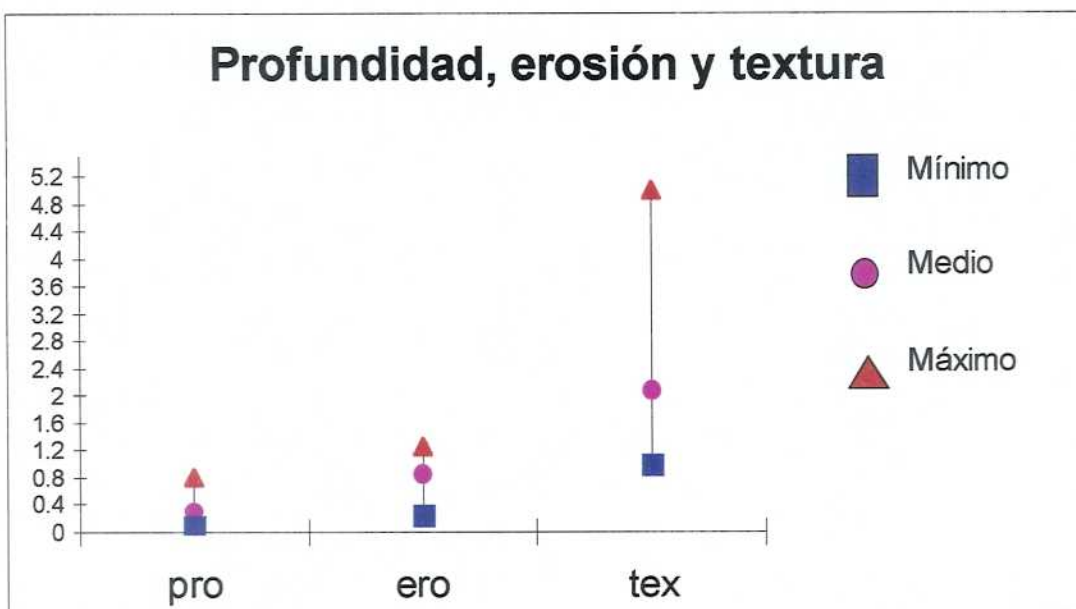


Figura 3.2: Comportamiento de los valores mínimos, medios y máximos de las variables edáficas.

Como se ve, en las Alturas de Pizarras, *P. tropicalis* se desarrolla sobre suelos, por lo general, muy pocos profundos, con media de 0.28 cm, muy erosionados, con valores altos de gravas, predominando los suelos arenosos a loam arenosos, que se corresponden a los suelos esqueléticos, tanto antrópicos como naturales, y en menor cuantía los suelos ferralíticos cuarcíticos amarillos rojizos lixiviados.

Estos resultados concuerdan con las afirmación de Samek y Del Risco (1989), que dan para la Asociación *Quercus – Pinetum tropicalis* en las Alturas de Pizarras edátapos secos, pobres en nutrientes, pedregosos y de poca profundidad y manifiestan el poco poder competitivo de la especie, la cual es relegada a estas condiciones, donde las latifolias, e incluso el *P. caribaea* no sobreviven.

La presencia de suelos ferralíticos rojos es mínima, apareciendo en los valles y zonas bajas en sentido general. Todos estos suelos son ácidos (4.5 a 6.5 de pH), con muy poca o nula presencia de materia orgánica, baja capacidad de cambio y poca retención de humedad, con predominio de cationes de Fe y Al y muy bajos niveles de P asimilable.

Tanto las especies del género *Pinus* como el *Quercus* poseen asociación con micorrizas que satisfacen la absorción de nitrógeno asimilable.

Para determinar la participación de cada uno de los predictores se realizó un análisis de correlación paso a paso obteniendo la información siguiente:

Tabla No. 3.2: Correlaciones de los factores edáficos

		ALT	PRO	ERO	GRA	TEX
ALT	Correlación de Pearson	1.000	.631**	-.564**	-.317	.304
ALT	N	38	38	38	38	38
PRO	Correlación de Pearson	.631**	1.000	-.722**	-.206	.459**
PRO	N	38	38	38	38	38
ERO	Correlación de Pearson	-.564**	-.722**	1.000	.613**	-.714**
ERO	N	38	38	38	38	38
GRA	Correlación de Pearson	-.317	-.206	.613**	1.000	-.633**
GRA	N	38	38	38	38	38
TEX	Correlación de Pearson	.304	.459**	-.714**	-.633**	1.000
TEX	N	38	38	38	38	38

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La profundidad presenta alta correlación con la altura manifestando la preferencia de *P. tropicalis* por los suelos profundos en los cuales se desarrolla a plenitud, cuando no es desplazado por otras especies, lo que no es determinante para su desarrollo, localizándose a lo largo de toda la formación sobre suelos esqueléticos, donde se presenta incluso sobre las piedras y fuera de la formación incluso sobre arena sílice extremadamente pobre y ácida.

La erosión por el contrario presenta alta correlación negativa, confirmando todo lo explicado anteriormente al ser determinante en la profundidad y es una muestra más de la fragilidad de los suelos y la alta presencia de las categorías esqueléticas. Estos resultados son muy lógicos, ya que se presentaran las mejores calidades en los suelos más profundos y menos afectados por la erosión. Por otra parte, al parecer, ni el contenido de gravas ni la textura influyen significativamente en la calidad de las masas naturales de *P. tropicalis*.

Analizando la relación entre los factores edáficos se observa como la erosión presenta correlaciones significativas y negativas con el resto de los factores, excepto con el contenido de gravas, el cual aumenta al aumentar la erosión como un proceso lógico. La textura de los suelos es un factor determinante en el estado actual de degradación, combinado con los fuegos y las prácticas de aprovechamiento aplicadas en las extracciones de madera y presenta correlación negativa con la erosión y el contenido de gravas.

La observación de campo demuestra que en lugares de suelos profundos el pino hembra crece de forma más acelerada y si es confinado a los lugares extremos es por la incapacidad de competir por la luz con otras especies, desarrollándose incluso sobre las piedras.

Esta facultad del *P. tropicalis* no ha sido explotada en la provincia, ya que extensas áreas cubiertas con la especie se han talado y la repoblación se ha efectuado con

P. caribaea, dando como resultado plantaciones con incrementos muy bajos; por otro lado no se ha acometido un plan de manejo de las áreas naturales de *P. tropicalis* que permita su supervivencia y sostenibilidad.

En el trabajo de investigación no se tuvo en cuenta la composición química de los suelos, el análisis de los valores de las diferentes calicatas revisadas mostró similitud en el contenido de nutrientes y micro nutrientes, capacidad de campo, pH, MO y Fe y Al libres.

Resumiendo la edafología, por los factores estudiados, tenemos que el *Pinus tropicalis* se desarrolla sobre todos los suelos que se presentan en las Alturas de Pizarras, independientemente de su profundidad, del grado de erosión y del contenido de gravas y piedras, encontrándose las mejores calidades en aquellos que presentan mayor profundidad y contenido de arcillas, como los Ferralíticos Rojos.

3.3. Caracterización Fisiográfica.



Figura No. 3.3: Area natural de *P. tropicalis*, configuración fisiográfica.

La fisiografía de las Alturas de Pizarras, como se ha explicado, posee características muy peculiares, la dirección principal de la formación sigue la orientación **E-W**, con un parte agua definido en la zona **S**. La formación de mogotes, que sigue esa misma dirección, se localiza entre la zona central y la **N**, fundamentalmente, aunque aparecen mogotes aislados dentro de la Pizarra algo más al **S**. Las alturas son mayores en la zona de Ancón, Minas de Matahambre, San Simón y Juan Manuel.

Las Premontañas del Norte (no sobrepasan los 400 m de altura), también llamadas Pizarras del Norte, se extienden por el septentrión de toda la Sierra de los Organos, desde la cuenca del río Mantua hasta el río Caimito, que la separa de la sierra de Cajálbana.

Este lomerío tiene aproximadamente 100 km de longitud, su mayor anchura es de 35 km y constituye una de las formaciones geológicas más antiguas de la Isla, conocida con el nombre de Formación San Cayetano, que se cree se formó en el Jurásico Inferior o Medio. Casi todo el lomerío de las Alturas de Pizarras del Norte está cubierto por pinares degradados.

Las premontañas del Sur o Alturas de Pizarras del Sur, se extienden de **E** a **W** entre el curso inferior del río Cuyaguaje y el río San Diego o Caiguanabo, a lo largo de 90 Km y con ancho aproximado de 15 Km, limitando con la llanura sur de Pinar del Río, la situación de los pinares es similar, aunque los suelos están más alterados al estar expuestos a un mayor interperismo y haber sufrido una mayor transformación para la agricultura y la ganadería.

Lo que se clasifica como Pizarras del Centro es el área que comienza entre la vertiente **S** de la línea de mogotes de la Costanera y la **N** de San Vicente, que comprende la zona de Ancon hasta Pan de Azúcar y la zona del Limonar en Las Minas. Esta zona se encuentra cerrada por elevaciones cársicas y está muy imbricada a ellas.

La estructura interior general de las Pizarras está constituida por un sinnúmero de cimas, pendientes cortas y arroyos, formando una madeja que posee diferentes direcciones.

Para su estudio se seleccionaron los parámetros CRES, EXP y PEN, de los cuales se reportan los valores mínimos, medios, máximos y la desviación estándar:

Tabla No. 3.3: Valores mínimos, medios, máximos y desviación estándar de los factores edáficos.

FACTOR	MINIMO	MEDIO	MAXIMO	D. ESTANDAR
CRES (%)	0	35.973	93	27.963
EXP (R)	1.00	6.409	24.00	7.545
PEN (%)	5.00	14.733	45.00	11.142

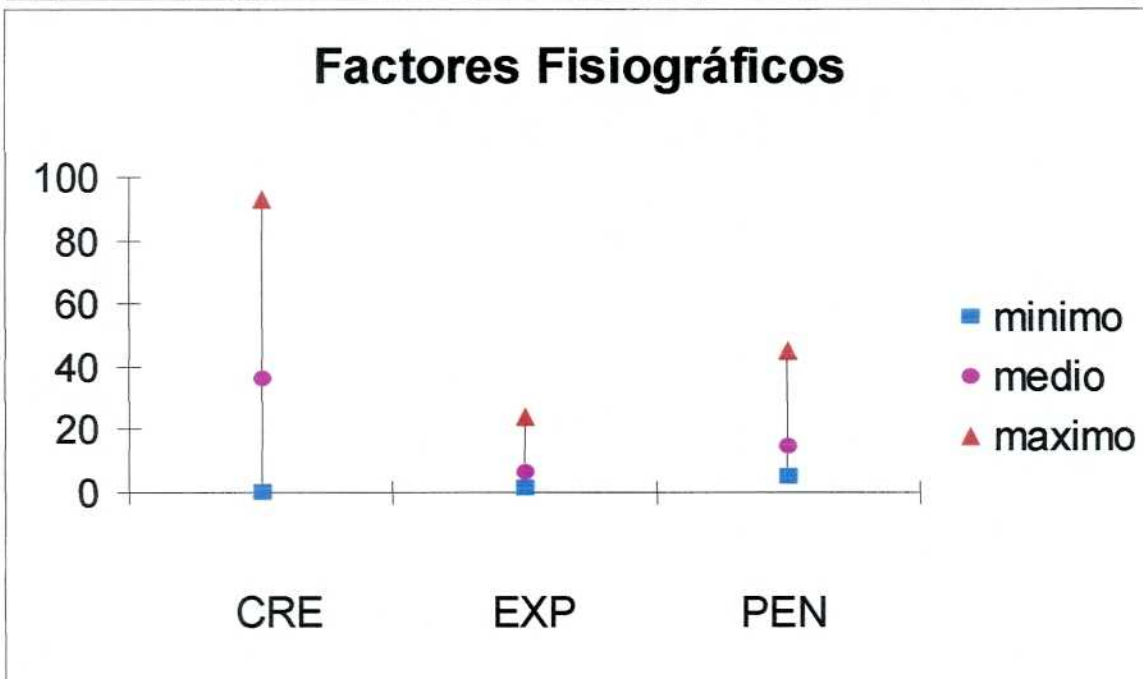


Figura No. 3.4: Comportamiento de los valores mínimos, medios y máximos de los factores fisiográficos.

El coeficiente de resguardo expresa en sí la gran variabilidad fisiográfica de la formación, presentando valores medios relativamente bajos en las parcelas estudiadas; predominan las exposiciones **S** y **SW**, y las Pizarras del Sur, que en realidad son más numerosas. El rango de pendiente es amplio, pero en las localidades evaluadas poseen una media moderada.

El *P. tropicalis* se desarrolla en zonas de bastante resguardo a zonas descubiertas, no se limita a ninguna exposición, desarrollándose en todas direcciones sobre la formación, y la pendiente no es un límite para su crecimiento y supervivencia.

La influencia de cada factor sobre la calidad y la altura de la especie se determinó con la aplicación de un análisis de correlación, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla No. 3.4 Análisis de correlación de los factores fisiográficos.

		ALT	CRES	EXP	PEN
ALT	Correlación de Pearson	1.000	.695**	-.311	-.543**
	N	38	38	37	37
CRES	Correlación de Pearson	.695**	1.000	-.630**	.061
	N	38	38	37	37
EXP	Correlación de Pearson	-.311	-.630**	1.000	-.281
	N	38	38	38	37
PEN	Correlación de Pearson	-.543**	.061	-.281	1.000
	N	37	37	38	38

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El efecto del **CRES** resulta altamente significativo, presumiblemente por la protección que ofrece el entorno contra el viento y el efecto secante que produce su circulación, lo que debe resultar más efectivo en la vertiente **S** en la época de seca. La **EXP** no presenta significación y no limita el desarrollo de la especie, pero sus valores son negativos, lo que expresa su influencia sobre la especie. La **PEN** se manifiesta con significación negativa a la calidad, mostrando la incidencia del factor sobre la estación y las variaciones que se presentan entre las cimas, laderas y base de las elevaciones.

Se presenta correlación negativa entre el **CRES** y la **EXP**, estando más resguardadas las orientaciones próximas al **SW** principalmente en las Pizarras del Sur, cuya fisiografía es más compleja.

Todo lo anterior nos muestra que a pesar de desarrollarse sobre toda la formación, *P. tropicalis* prefiere lugares resguardados de la acción de los vientos y pendientes suaves, y que la complicada topografía en forma de caracol protege a la especie.

3.4 :Caracterización Biológica.



Figura No. 3.5: Latizal y árbol maduro en área natural.

Las masas naturales han estado expuestas a un proceso histórico de esquilmación (más de dos siglos), sustrayéndole una diversidad de surtidos de forma arbitraria y sin ningún tipo de manejo. Leña, cujes, postes, madera rolliza y bolos con destino a la rama tabacalera, a la minería y la población. Se extrajeron, sin distinción de localidad y ubicación, los mejores individuos y no necesariamente adultos. Súmese a lo anterior la ocurrencia de incendios frecuentes, naturales unos y por la mano el hombre otros (negligencias e intencionalidad). Además, a partir de 1962, aproximadamente, se comenzó a realizar una tala extensiva a las áreas naturales de las Alturas de Pizarras con destino a la industria del aserrado, realizando posteriormente la reforestación con *Pinus caribaea*, fundamentalmente, (cerca del 90 %) y relegando el cultivo de *Pinus tropicalis* por el difícil manejo en vivero y los bajos porcentos de germinación de sus semillas.

Las áreas naturales que existen en la actualidad, de la especie sola o en compañía del pino macho, se encuentran alteradas, muy por debajo de su potencial productivo, propagándose con las semillas de los árboles desdeñados de las talas selectivas, por su fenotipo indeseado, comprobado anteriormente a la hora de calcular las clases de calidades, e invadidas en varias localidades por especies como el marabú.

Es una incertidumbre para el autor hasta qué punto sé ha afectado la riqueza genética de *P. tropicalis* en las Alturas de Pizarras, pero es una realidad la especialización de su descendencia por la localidad de origen, comprobada en prueba de descendencia, lo que da idea de la segregación originada por el aislamiento entre las poblaciones, aunque fenotípicamente no se observan modificaciones.

Por otra parte la estructura vertical y horizontal de los rodales también manifiesta alteración, presentándose desproporción entre los distintos estadios de crecimiento, además, en la composición de la vegetación acompañante.

De forma general los rodales se presentan con diámetros medios relativamente bajos, densidades altas (espaciamiento medio de 3.28 m por plantas), composiciones medias con rodales puros y en mezclas alternados, y la regeneración con valores bajos.

En la tabla que se presenta a continuación se puede observar parte de lo expuesto:

Tabla No. 3.5: Valores mínimos, medios, máximos y desviación estándar de los predictores biológicos.

Factor	Mínimo	Medio	Máximo	Desv. Est.
DAP	7.80	12.924	21.30	3.376
NAR	340.00	927.501	1920.00	409.601
COM	1.00	1.500	2.00	0.507
REG	2.00	4.787	10.00	2.996

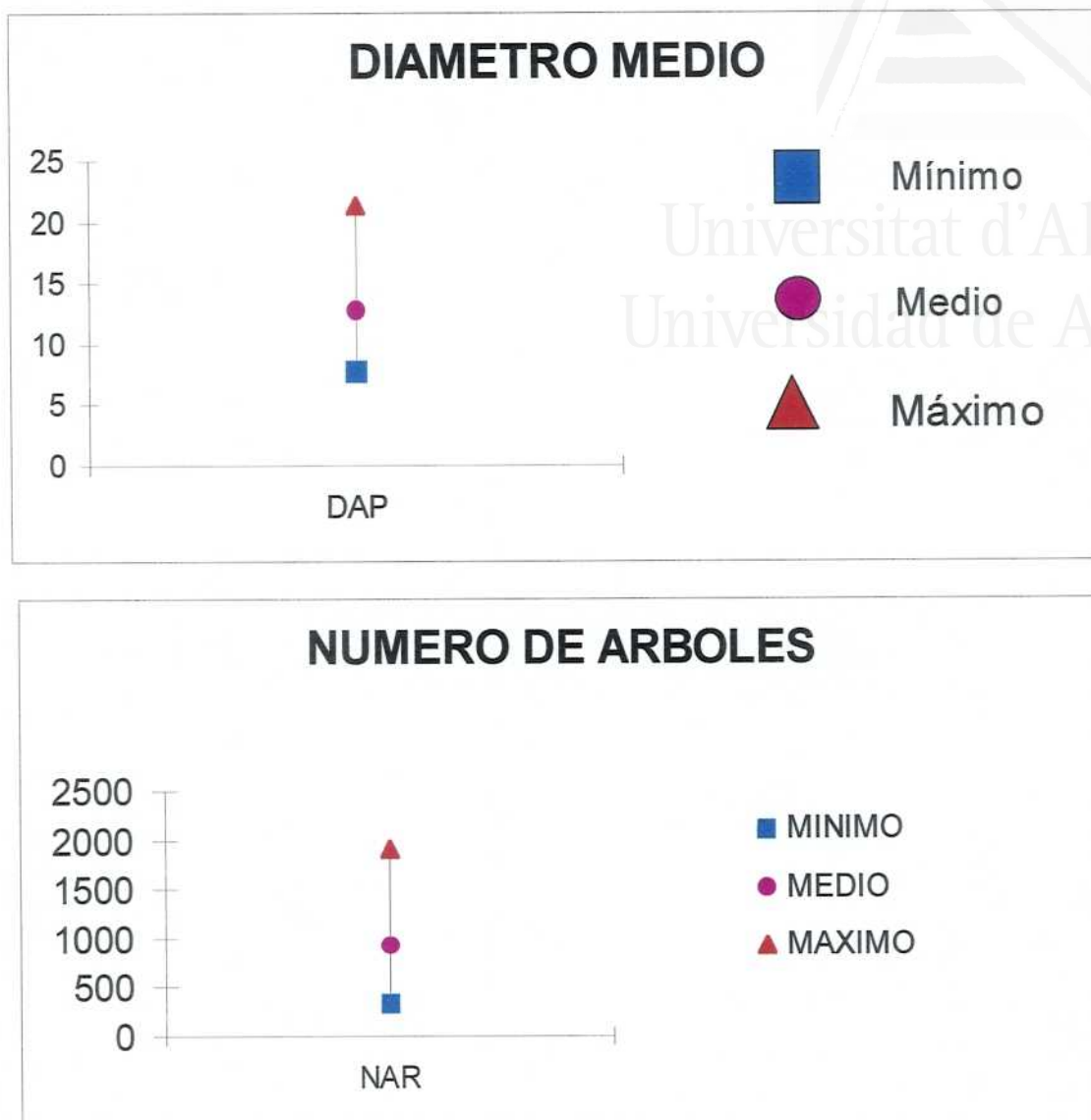


Figura No. 3.6: Comportamiento de los valores mínimos, medios y máximos de los parámetros DAP y NAR.

El gráfico de COM, no se hizo por lo evidente de su distribución y el de la regeneración por ser datos transformados.

El diámetro posee valores muy bajos, incluso el diámetro medio está en 12.94 cm, manifestando la distribución media que se observa en la figura anterior, característica de una distribución normal cargada a las CD menores, lo que se puede observar en el gráfico siguiente:

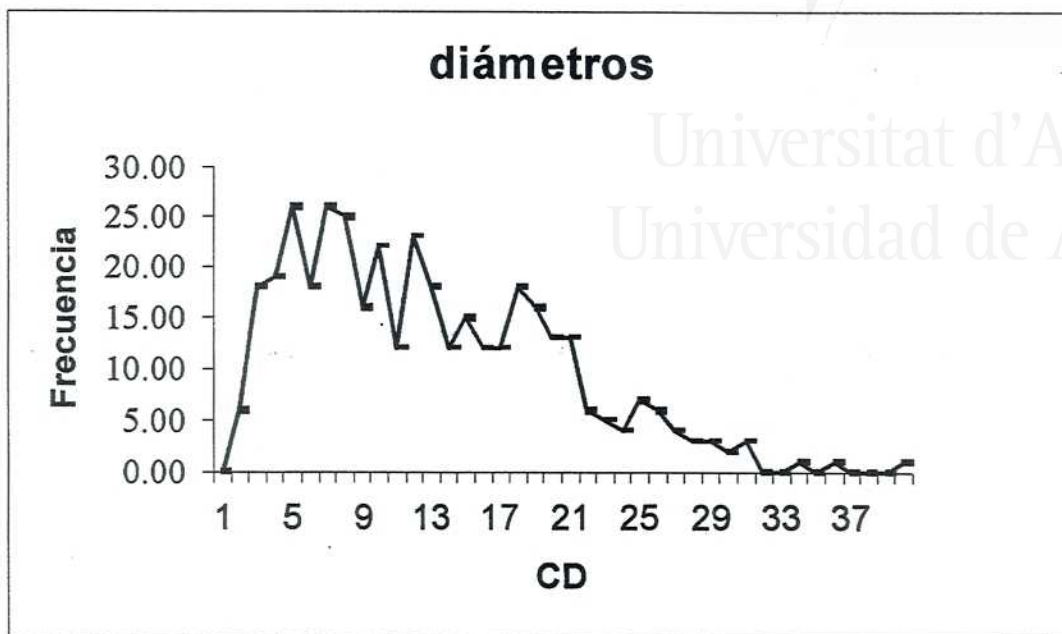


Figura No. 3.7: Distribución diamétrica media/ Ha, de las parcelas evaluadas.

El número de árboles también manifiesta una gran variación, desde valores de 340 árboles por Ha (5.4 m de espaciamiento medio) a 1920 árboles por Ha (2.2 m de espaciamiento), con presencia de algunos individuos sobre maduros muy deformados y mayor presencia de brinzales y latizales.

La composición de los rodales, en cuanto a la presencia o no de *P. caribaea*, es característica de lo ya señalado en capítulos anteriores, respondiendo a lo señalado por varios autores sobre la distribución de las dos especies, más la situación que se presenta en la zona noroccidental, donde solo aparece *P. tropicalis* de forma natural.

La regeneración también manifiesta variaciones locales, dadas por la cobertura del suelo y la presencia o no de cerdos, incidiendo fuertemente la presencia de *Sorghastrum stipoides* que forma verdaderos colchones en el estrato herbáceo.

El análisis de correlación ofrece resultados muy particulares:

Tabla No. 3.6: Análisis de correlación de los factores biológicos.

		ALT	DAP	NAR	COM	REG
ALT	Correlación de Pearson	1.000	.934**	-.610**	.408*	-.212
	N	38	38	38	38	38
DAP	Correlación de Pearson	.934**	1.000	-.544**	.295	.212
	N	37	38	38	38	38
NAR	Correlación de Pearson	-.610**	-.544**	1.000	-.566**	-.380
	N	37	38	38	38	38
COM	Correlación de Pearson	.408*	.295	-.566**	1.000	.433**
	N	37	38	38	38	38
REG	Correlación de Pearson	-.212	-.283	-.380	.433**	1.000
	N	37	38	38	38	38

** La Correlación es significativa al nivel 0.01

* La Correlación es significativa al nivel 0.05

Dadas las características descritas anteriormente, la alta correlación existente entre el diámetro y la altura es una muestra más de la alteración del bosque, pues según reportan gran cantidad de autores estos dos parámetros, en el género *Pinus*, son independientes y se explican los resultados presentes por la no-existencia de un desarrollo normal de la masa, al faltar los mejores individuos y la regeneración ser procedente de árboles genotípicamente de menor potencial; refleja, además, el grado de afectación de la calidad del arbolado; el diámetro es un parámetro muy dependiente de la densidad del rodal, no así la altura, que aunque no independiente de él, está más relacionada con la calidad del rodal, como se ha visto hasta ahora. Por los resultados se aprecia que la altura del rodal esta correlacionada de forma negativa y fuertemente con el número de árboles, lo que no es un resultado frecuente en estudio de especies del género *Pinus* y reafirma la alteración del arbolado. Solo una densidad muy alta afecta el crecimiento en altura en *P. caribaea* y otras especies del género, siendo esta cuestión de interés para investigaciones posteriores.

La composición reporta significación con la ALT, presentándose las mejores calidades en los rodales con presencia de las dos especies, confirmando las exigencias del *P. caribaea* por los mejores suelos.

La regeneración del *P. tropicalis* no posee significación con la ALT. Y no se ve afectada por la calidad de la masa ni el diámetro medio de la misma, la afecta con significación negativa la densidad de la masa y altamente significativa la composición.

Esto es dado, lo primero por el efecto que tiene contra la germinación de las semillas la acumulación de acículas y la poca entrada de luz; y la composición, por el componente referido a la calidad del suelo que tiene implícita y que las masas mixtas son menos densas.

Resumiendo la influencia de los factores biológicos sobre la calidad de los rodales naturales de *P. tropicalis* tenemos que dadas las condiciones actuales de las masas naturales de la especie, las altas densidades de árboles afectan la calidad de las estaciones, presentándose muy estrecha relación entre el diámetro y la altura y que en los sitios en que aparecen las dos especies, *P. tropicalis* presenta mejor desarrollo. El estado de la regeneración no incide en la calidad de la especie. Como dato se puede añadir que las masas mixtas presentan menor densidad que las puras de *P. tropicalis*.

3.4. Caracterización Ecológica:



Figura No. 3.8: Napoleón del pinar (*Befarea cubensis*), endémico de pinares.

Para el estudio en curso se tomaron los valores obtenidos de la riqueza específica y el índice de biodiversidad de Shannon de cada estación, presentando los valores siguientes:

Tabla No. 3.7: Valores mínimos, medios, máximos y desviación estándar.

Factor	Mínimo	Medio	Máximo	D. estándar
RIQ	8.00	14.959	33.00	5.669
BIO	0.81	1.559	2.93	0.643

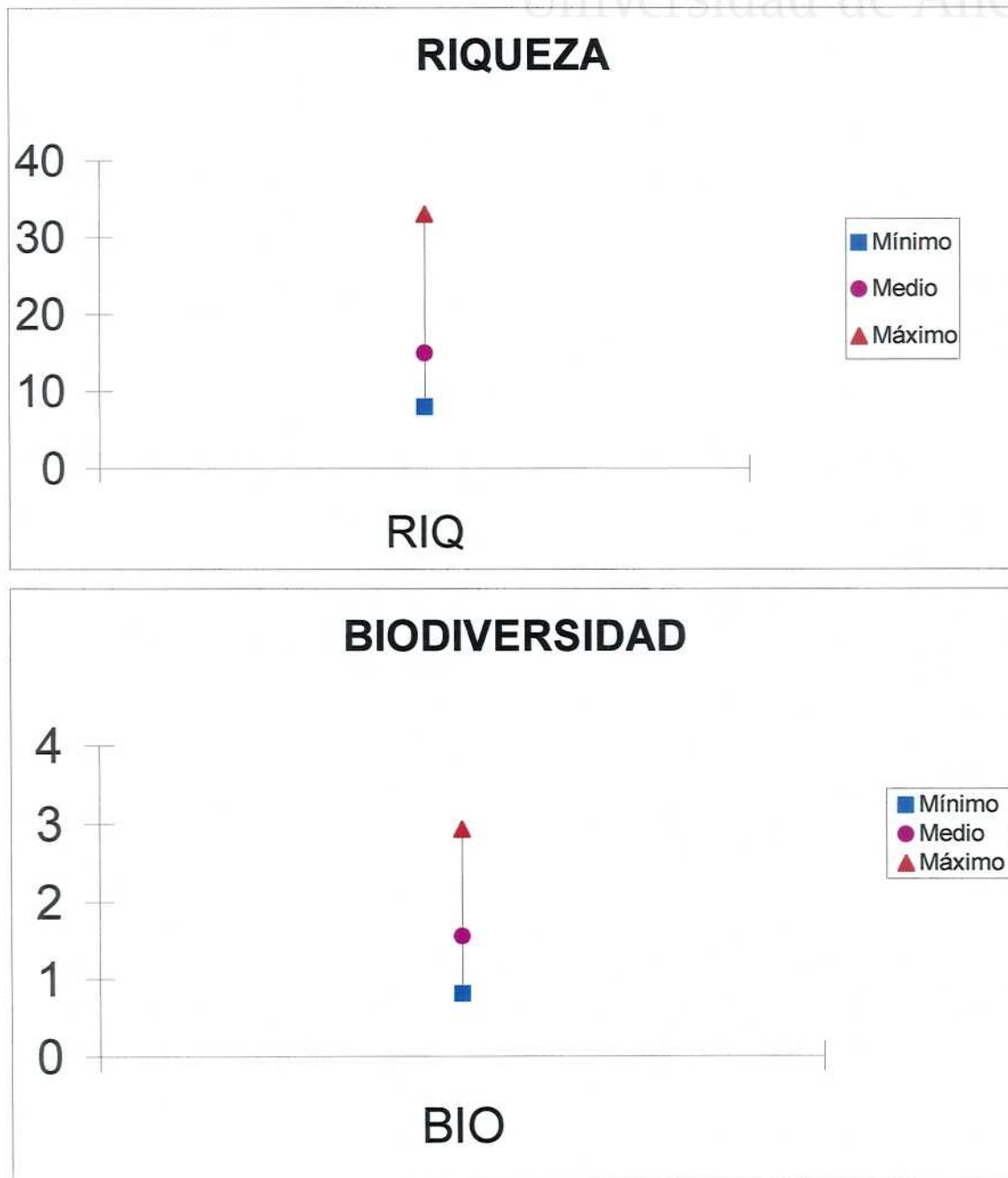


Figura No. 3.9: Valores mínimos, medios y máximos de predictores edáficos.

Como se ve, la riqueza específica es baja, los valores medios de 15 especies se corresponden con la información que brindan los diferentes autores que se refieren al estudio de la vegetación en pinares, y más aún de los pinares de las Alturas de Pizarras, calificada de muy pobre. Las vertientes al **S**, principalmente en las Pizarras del Sur, que presentan un interperismo muy fuerte, poseen un suelo muy alterado y una cobertura en el sotobosque muy escasa, predominando helechos y *poáceas*, además de espacios desnudos.

En correspondencia con la riqueza, los valores de biodiversidad del índice de Shannon también son bajos, con predominio de *melastomátaceas* en el estrato arbustivo y de *Sorghastrum stipoides* en el herbáceo, contrastando con los resultados de Blanco (1989), en los estudios sobre pino canario, donde reporta valores de biodiversidad de Shannon por encima de 8 para las formaciones naturales de la especie

A continuación se presenta el análisis de correlación efectuado para estos parámetros.

Tabla No. 3.8: Análisis de correlación

		ALT	RIQ	BIO
ALT	Correlación de Pearson	1.000	0.1007	0.3695
	N	38	38	38
RIQ	Correlación de Pearson	0.1007	1.000	0.3842
	N	37	38	38
BIO	Correlación de Pearson	0.3695	0.3842	1.000
	N	37	38	38

El análisis de correlación muestra que no existe relación entre la riqueza y los valores de biodiversidad con respecto a la calidad de la estación, considerando que la vegetación del pinar responde a las condiciones del suelo al igual que *P. tropicalis*. Su distribución es tan variable y en tan cortos espacios que los resultados mostrados son considerados como normales.

Al estudiar la distribución de especies de acuerdo a la calidad de la estación se comprobó que existe un grupo de especies que acompañan a *P. tropicalis* por toda la formación. Con más del 80% de presencia aparecen las siguientes especies distribuidas por estrato:

Estrato arbóreo: en este estrato se presenta *Quercus oleoides* spp *sagraeana*, que sirve como indicador de la calidad de la estación, pues su porte varía de un árbol corpulento a un arbolito retorcido de acuerdo a su posición, en los declives alcanza su máximo desarrollo y en las cimas su mínimo.

Sotobosque: en el estrato arbustivo se presentan de forma permanente, a lo largo de toda la formación las siguientes especies:

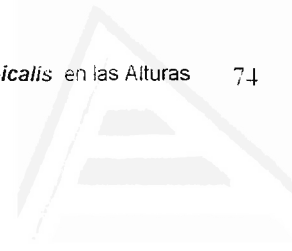
Byrsonima crassifolia, *Clidemia hirta*, *Miconia ibaguensis*, *Myrica cerifera*, *Alibertia edulis*, *Lyonia myrtilloides*, *Hypericum styphilioides*, *Cassyta filiforme*, *Cyathea alborea*.

Estrato herbáceo: la única especie de este estrato que permanece presente en toda la formación, unas veces muy abundante y otras escasa, es el *Sorghastrum stipoides* que llega a formar colchones muy espesos en el suelo, este colchón era eliminado periódicamente por los fuegos que ocurrían en la formación. También aparecen en toda la formación ejemplares aislados de *Cyperus* sp. y con más abundancia ejemplares del género *Tillandsia* sp. *div.* habitando sobre cualquier especie de porte arbustivo o mayor.

Se identificaron varias especies indicadoras de calidades, para el caso de las mejores sitios se reportan las siguientes:

Estrato arbóreo:

Didymopanax morototoni



Matayba apetala

Xylopia aromatica

Clusia rosea

Pinus caribaea

Estrato arbustivo:

Myrica cerifera

Liana:

Davilla rugosa

Smilax havanensis

La presencia de estas especies, en los diferentes estratos, llega a tal magnitud que da idea de una sucesión en proceso, con la clara retirada de *P. tropicalis* y coinciden con la descripción de la subasociación *Quercus – Pinetum tropicalis clusietosum* de Samek (1989)

Especies indicadoras de pésimas condiciones no se localizan en el estrato arbóreo, pero sí en los restantes:

Estrato arbustivo:

Hypericum styphilioides

Curatella americana

Cyathea arborea

Lycopodium cernun

Estrato herbáceo:

Cladonia spp. div.

La presencia de estas especies ocurre en los sitios más pobres y coinciden con la descripción de Samek para la subasociación *Quercus – Pinetum tropicalis cladonietosum*.

3.6- Características Climáticas.

Las variaciones climáticas a lo largo de las Alturas de Pizarras son mínimas, las que menos diferencia presenta es la temperatura, que se mantiene estable para toda la formación, la lluvia esta más influenciada por la posición y orientación, presentando la parte **S** mejores condiciones en el verano que la **N** y a la inversa en el invierno o época de seca, la humedad relativa se mantiene con valores altos durante todo el año, aunque las variaciones diarias son muy altas como se observó en las evaluaciones fisiográficas realizadas.

Las diferencias entre las épocas de lluvia y de sequía son más evidentes, por lo que los factores analizados corresponden a esta cuestión.

Se presentan los valores mínimos, medios, máximos y de la desviación estándar de los parámetros estudiados:

Tabla No. 3.8: Valores mínimos, medio, máximos y desviación estándar de los factores climáticos

Factor	Mínimo	Media	Máximo	D.St.
TXS	22.8	23.13	23.5	0.216
TXL	26.6	26.86	27.1	0.135
LXS	270.6	304.795	363.2	33.548
LXL	970.8	1194.64	1324.5	132.69
HRS	76.5	78.578	81.33	1.813
HRL	81.5	82.415	83.3	0.636

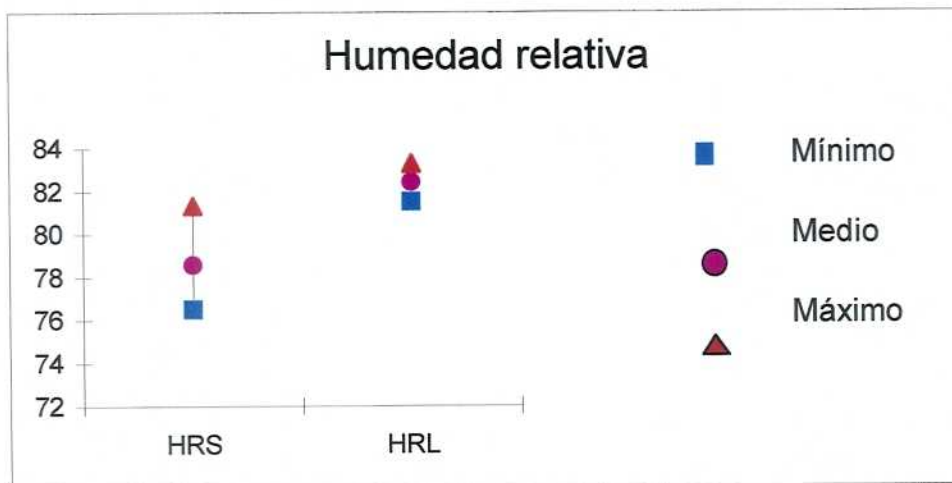
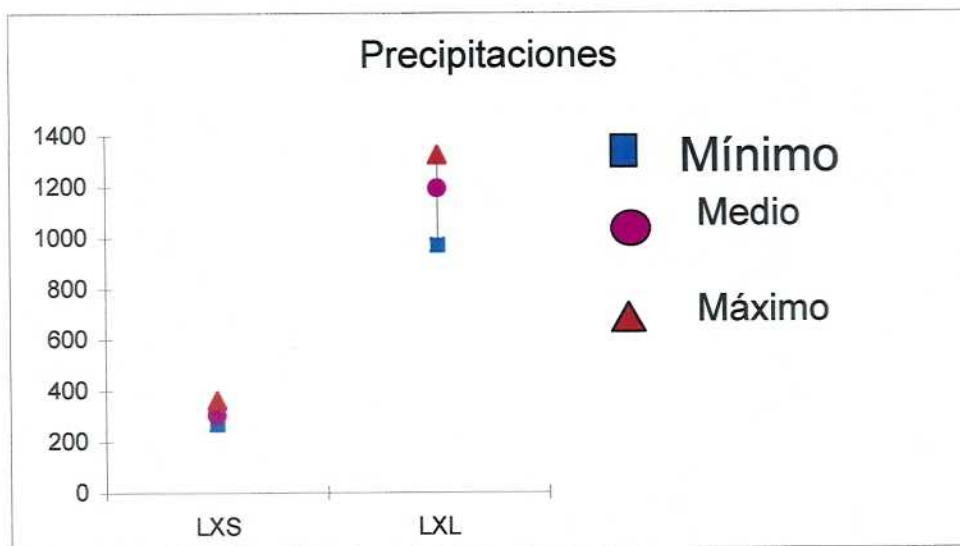
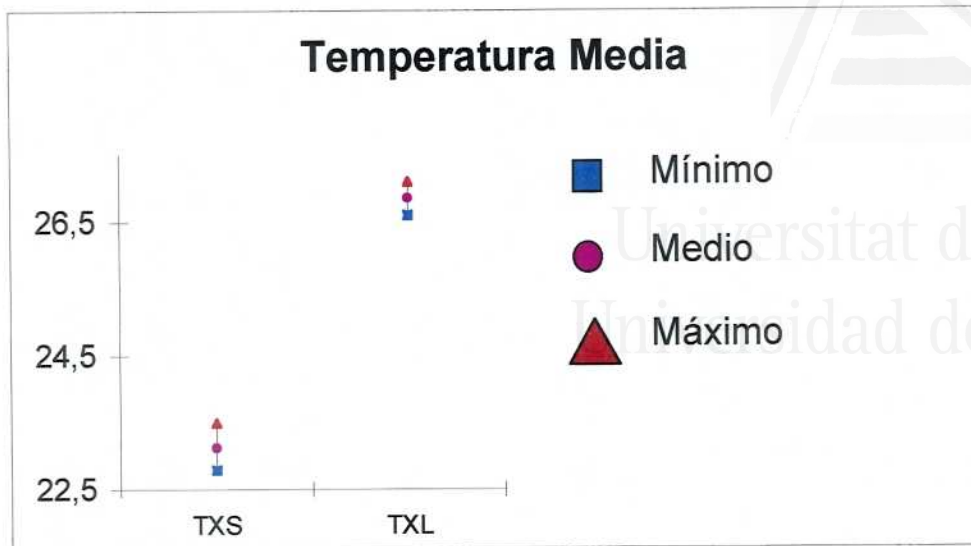


Figura 3.8: Comportamiento de los valores mínimos, medios y máximos de los factores climáticos.

Como se aprecia la diferencia de temperatura en ambos períodos es muy leve, no así la lluvia y con mayor intervalo en el período lluvioso, la Hr. presenta mayor desviación en el período seco, influenciada por los vientos y la orientación de la formación. Esto reafirma lo expresado anteriormente, que dada la configuración y orientación de las pizarras las variaciones climáticas son mínimas y su influencia en la calidad de la especie es muy uniforme.

El análisis de correlación entre los factores climáticos y la ALT. se muestra a continuación:

Tabla No. 3.9: Análisis de correlación

		ALT	TXS	TXL	LXS	LXL	HRS	HRL
ALT	Correlación de Pearson	1.000	.158	.258	-.227	.282	-.025	-.277
	N	38	38	38	38	37	37	37
TXS	Correlación de Pearson	.158	1.000	.555**	-.565**	.207	.267	.353*
	N	37	38	38	38	38	38	38
TXL	Correlación de Pearson	.258	.555**	1.000	-.751**	.297*	.595**	-.185
	N	37	38	38	38	38	38	38
LXS	Correlación de Pearson	-.227	-.565**	-.751**	1.000	-.182	-.235	.634**
	N	37	38	38	38	38	38	38
LXL	Correlación de Pearson	.282	.207	.297*	-.182	1.000	.474*	-.555**
	N	37	38	38	38	38	38	38
HRS	Correlación de Pearson	-.025	.267	.595**	-.235	.474*	1.000	.510**
	N	37	38	38	38	38	38	38
HRL	Correlación de Pearson	-.277	.353*	-.185	.634**	-.555**	.510**	1.000
	N	37	38	38	38	38	38	38

** La Correlación es significativa al nivel 0.01

* La Correlación es significativa al nivel 0.05

Estos resultados expuestos en la tabla, muestran que no existe correlación significativa entre los factores climáticos y la ALT.

Los valores de temperatura del hábitat de la especie se pueden explicar como una cualidad genética de origen del género, típica de zonas templadas. Por los índices climáticos de Cuba no se pueden conocer los límites del rango efectivo de

temperatura para el *Pinus tropicalis*, cuestión interesante para su conocimiento integral.

Los niveles de lluvia son relativamente altos, no presentándose sequías pronunciada, aunque las exigencias de agua de la especie son mínimas, altos ingresos al bosque son beneficiosos para la especie y la formación.

Lo mismo sucede con la humedad relativa que se mantiene a niveles altos y aporta cuotas de humedad al bosque.

En el Anexo No. 2 se presentan los valores de los factores predictores por parcelas.

No existen documentos editados para las especies del género de Cuba que sirvan de comparación de los resultados obtenidos, no obstante se infiere que las exigencias ecológicas y la plasticidad de *P. caribaea* son muy diferentes a las de *P. tropicalis*, el cual no ha tenido la oportunidad de probar sus virtudes en suelos de mejor calidad a escala productiva y su desarrollo en parcelas experimentales es igual al pino macho, e incluso en la zona de la Güira se conservan ejemplares que alcanzan dimensiones asombrosas en una formación natural.

CAPITULO IV: Demografía de áreas naturales de *Pinus tropicalis*.**4.1. Características del entorno.**

Las masas naturales de *Pinus tropicalis* han estado confinadas a regiones extremadamente pobres de la provincia de Pinar del Río y al **N** de Isla de la Juventud, sobre suelos de ácidos a muy ácidos y erosionados, debido a su gran exigencia de luz y su incapacidad para competir con otras especies, conviviendo con *P. caribaea* y *Q. oleoides* ssp. *sagraeana*.

En Pinar del Río se localizan a lo largo de las Alturas de Pizarras, desde San Diego hasta Mantua por el **N** y por el **S** se encontraban sobre la llanura aluvial, actualmente transformada en casi su totalidad y con presencia de *P. tropicalis* en San Ubaldo y otras muy pequeñas áreas.

Hasta la llegada del hombre europeo, estos pinares no tuvieron transformaciones, presentando un ciclo de fuegos que perturbaba el suelo, empobreciéndolo, pero liberándolo de malezas y acículas, facilitando la regeneración natural de las semillas y eliminando cualquier posibilidad de sucesión en la formación.

La tala selectiva y permanente de los surtidos deseados por particulares y empresas, sin ningún plan de manejo o tratamiento al bosque, así como la tala total aplicada a algunas áreas para cambios de uso de suelo, ocasionaron a lo largo de más de tres siglos la fragmentación del arial, la pérdida de la información genética contenida en los mejores individuos explotados, la reafirmación de imperfecciones de los árboles deformados no talados por su fenotipo indeseado y la introducción de un sinnúmero de especies ajenas a la formación, entre otras consecuencias.

-CAPITULO No. IV: Demografía de áreas naturales de *P. tropicalis* 80

A partir de 1962, el Gobierno Cubano comenzó un amplio plan de aprovechamiento forestal, apoyado por una gran reforestación de las áreas del patrimonio forestal.

Para el caso de las Alturas de Pizarras la actividad no fue ajena, se han explotado extensas áreas de pinares naturales, áreas con las dos especies o con *P. tropicalis* solamente y lo que pudo representar una actividad fundamentada se convirtió en un gran desarrollo del monocultivo de *P. caribaea*, a tal punto que las plantaciones de *P. tropicalis* no sobrepasan el 10% del total de pináceas plantadas.

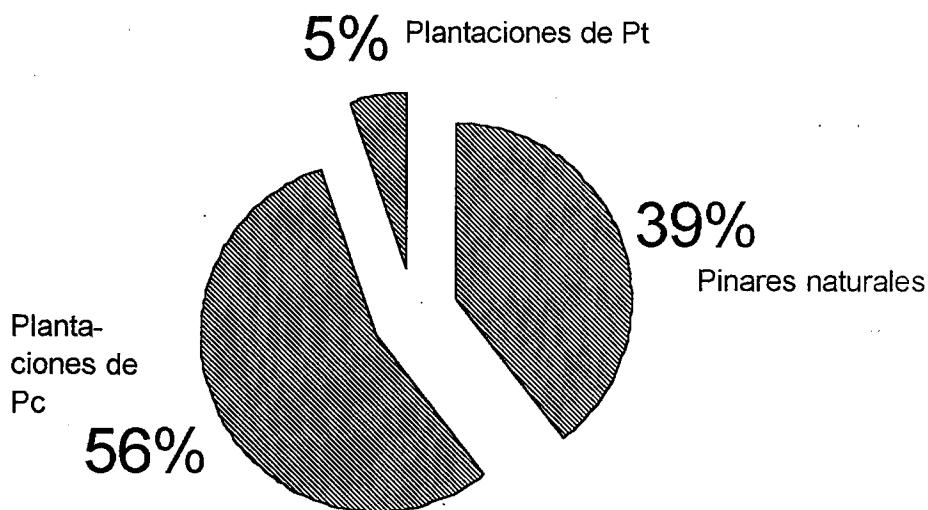


Figura No. 4.1: Relación entre las áreas naturales y plantaciones de *P. caribaea* y *P. tropicalis*.

Agréguense a esto la influencia que sobre la formación han tenido los cambios que han sufrido los ciclos naturales: el fuego que ocurría con cierta periodicidad es hoy combatido con bastante eficiencia y están muy espaciados en el tiempo; la ruptura del continuo contacto entre las diferentes localidades, convirtiendo en verdaderas islas las dispersas áreas naturales de *P. tropicalis* y que ha limitado el intercambio genético, y la mínima superficie reforestada con el pino hembra, lo cual nunca suplantaré el área natural ni aportará información genética para el intercambio con la formación natural.

4.2. Potencialidades de las masas.

Todo lo expuesto hasta el momento parece catastrófico, la pérdida inevitable de la especie. Pero en las áreas naturales existentes el pino hembra sigue reproduciéndose y ante cualquier alteración del suelo la regeneración se comporta de forma explosiva.



Figura 4.2: Regeneración natural de *P. tropicalis* en áreas naturales

P. tropicalis. se clasifica según su desarrollo fisiológico como se ha citado antes y se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla No.4.1: Categorías fisiológicas de *P. tropicalis*.

Categoría	Diámetro (cm)		Altura (m)		Descripción
	de	hasta	de	hasta	
Brinzal	2.0	11.0	1.4	8.0	Copa muy cónica, entrenudos cortos, ramas cortas, corteza muy gruesa en la base.
Latizal	8.0	18.0	6.0	12.0	Copa cónica, pero abierta, entrenudos abiertos, ramas más largas y corteza menos gruesa en la base.
Adulto	9.0	o más	12.0	o más	Arbol de copa abierta con conicidad, ramas vigorosas, marcada poda natural, corteza rugosa.
Maduro	--	--	--	--	Arbol con copa de sombrilla, agrupada en $\frac{1}{4}$ o menos del fuste en rodales, ramas muy vigorosas y corteza gruesa y alisada.

Las valoraciones son relativas y están influenciadas por la calidad del rodal, el suelo y el clima y cada categoría contempla varios años. Así por ejemplo, los brinzales contados hoy provienen de posturas producidas entre 4 y 9 años atrás, tiempo durante el cual pudo producirse una perturbación en el bosque y alterar el ritmo normal del ecosistema.

La tabla siguiente muestra los valores, tomados en el campo y dados en hectáreas, de la abundancia de los diferentes estadios de desarrollo de la especie.

Tabla No. 4.2: Valores medios por ha de los diferentes estadios de desarrollo de *P. tropicalis* en distintas localidades.

EFI.	SEMILLAS	POSTURAS	BRINZAL	LATIZAL	ADULTO	MADURO
La Palma	53326	255	255	215	153	51
Pinar del Río	64097	392	382	230	120	90
Viñales	45280	310	210	175	152	127
Minas	81248	374	267	219	204	134
Media	60988	333	279	210	157	101

Los valores que se muestran en la tabla anterior corresponden a los valores medios de las parcelas evaluadas por empresa y se observa la distribución de los diferentes estadios por cada localidades.

A continuación se representan gráficamente estas distribuciones en base al logaritmo de los valores por estado y localidad e insertando la línea de tendencia logarítmica y el valor del coeficiente de correlación de la misma:

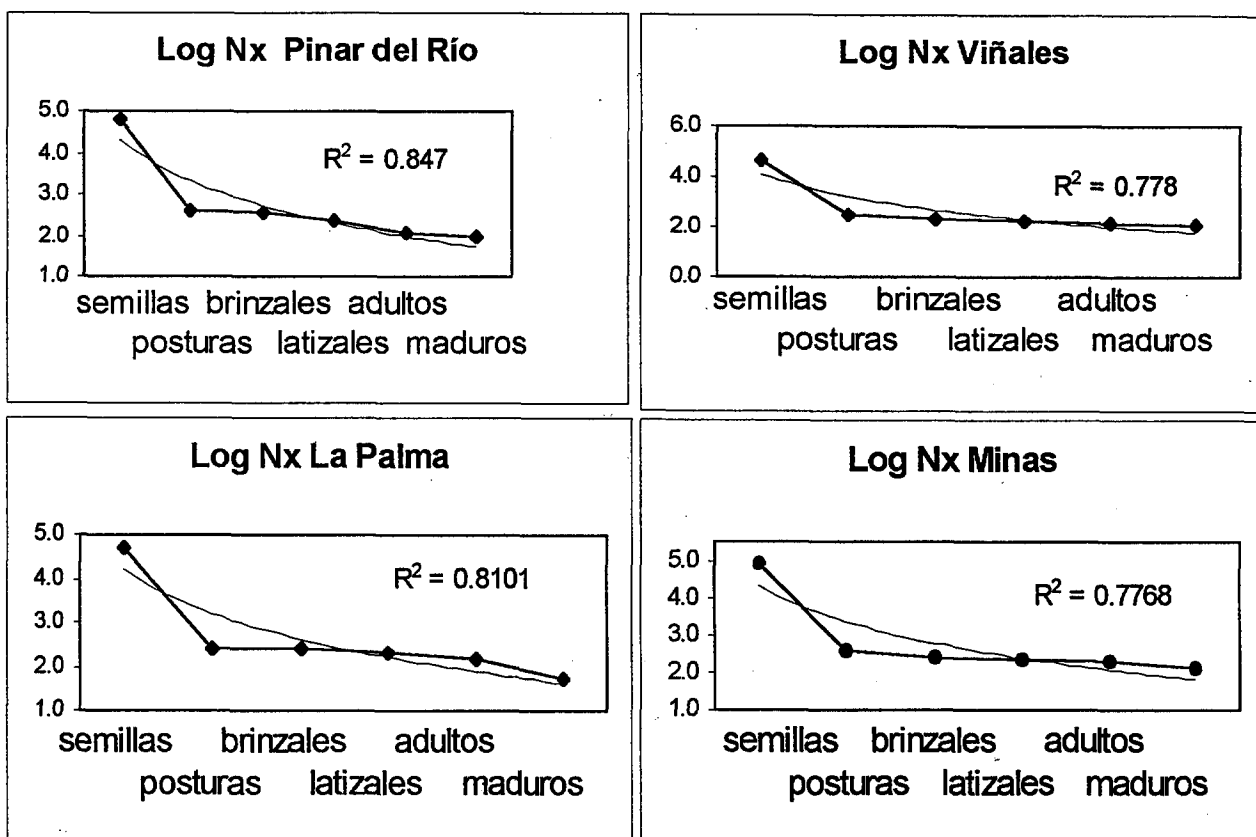


Figura 4.3: Distribución logarítmica del número de árboles por has y por localidad

Como se observa en la figura existe muy poca diferencia entre los diferentes sitios, presentando mayor correlación las áreas de Pinar del Río.

En el capítulo III, en el análisis de las correlaciones de los parámetros biológicos, se observa que la regeneración presenta significación negativa con la densidad del rodal y muy significativa con la composición de la masa.

La densidad de la masa, a medida que aumenta, afecta la entrada de luz, disminuye el sotobosque y aumenta el colchón de acículas en el suelo, todo lo cual reduce las posibilidades de germinación de las posturas.

Por otro lado, masas puras de *P. tropicalis* son más densas en los estratos arbustivos y herbáceos y la calidad de los suelos tiende a ser mala, en las masas mixtas la densidad es un poco menor, pero hay poca densidad en el estrato herbáceo y los suelos poseen mejores características.

En la actualidad se maneja el criterio de que se están presentando problemas con la producción de semillas de *P. tropicalis*, aunque lo que más está afectando es la dispersión y reducción de las masas naturales de la especie y que no se hacen colectas de semillas de forma estable.

Se ha comprobado que después de una alteración en el bosque: fuego, tala, remoción del suelo, etc., se presenta una explosión de la regeneración, al igual que en calveros y a orillas de camino y áreas descubiertas, lo que da al traste con las teorías de debilidad de la especie y sí reafirma la necesidad de tratamientos al bosque para favorecer la regeneración.

El engrosamiento de la corteza en los primeros años, la ocurrencia de rabos de zorra, la no presencia de *P. caribaea* en el extremo noroccidental de las Pizarras refuerza el criterio sobre la gran adaptación que presenta el *P. tropicalis* a los fuegos forestales y que precisamente este fenómeno es lo que permitió la sobrevivencia en el tiempo de la formación.

4.3: Datos demográficos.

Por mucho que se ha buscado en la bibliografía y en consulta con personal vinculado a la actividad forestal no se pudo conocer el estimado de semillas por cono de *P. tropicalis* y este dato nos era necesario para determinar la cantidad aproximada de semillas que es aportada al suelo cada año por los árboles productores.

Para determinar este dato realizamos una colecta de conos entre los meses de Junio y Julio del año 2000, en varias localidades, y a árboles en diferentes estado de desarrollo, se procesaron y extrajeron sus semillas, calculándose posteriormente el aporte promedio de cada individuo, por localidad, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 4.3: Producción de conos por árbol y semillas por conos por localidad.

Empresa	Conos por árbol			Semillas promedio por conos	Semillas por estado		
	Latizal	Adulto	Maduro		Latizal	Adulto	Maduro
P. Río	2	24	15	14	28	336	210
Minas	4	16	7	16	64	256	112
Viñales	4	9	6	14	56	126	84
La Palma	2	15	27	13	26	195	351
Promedio total							
Provincia	3	16	13.75	14.25	43.50	228.25	189.25

Se aprecia que el mayor aporte de semillas es realizado por los árboles en estado adulto al producir mayor cantidad de conos, siendo importante también el de los maduros y muy bajo el de latizales, aunque hay que destacar que el cálculo se efectuó sobre una sola cosecha y se plantea que la producción de conos en la especie sigue una distribución cíclica con alta y bajas en períodos de aproximadamente tres años.

Dada la variabilidad en la producción de semillas y conos obtenida en el estudio efectuado se decidió realizar el estudio demográfico por localidades y representar, además, los valores medios provinciales.

4.3.1 EFI Pinar del Río:

El análisis lo comenzamos por la EFI Pinar del Río, mostrando a continuación la tabla de Vida calculada.

Tabla 4.4: Tabla de vida de las poblaciones de la Empresa Forestal Integral Pinar del Río.

Estado	Nx	lx	dx	qx	Log a	Kx (Log lx- Log lx+1)	Fx	lxmx	mx	xlxmx
Semillas	64097	1	0.9939	0.9939	4.8068	2.2135				
Posturas	392	0.00612	0.0002	0.0255	2.5933	0.0112				
Brinzal	382	0.00596	0.0024	0.3979	2.5821	0.2203				
Latizal	230	0.00359	0.0017	0.4783	2.3617	0.2825	6286.67	0.098	27.33	22.56
Adulto	120	0.00187	0.0005	0.2500	2.0792	0.1249	39360.00	0.613	328.00	73.69
Maduro	90	0.00140	--	--	1.9542	--	18450.00	0.287	205.00	25.91
		1.0189					64096.67	0.998	560.33	122.15

$$R_0 = \sum lxmx = 0.998$$

$$T = \frac{\sum xlxmx}{\sum lxmx} = 122.186$$

$$r = \frac{\ln R_0}{T} = -0.00001$$

La Tasa Reproductiva Neta (R_0), en las áreas naturales de la EFI Pinar del Río, posee un valor menor de cero, lo que evidencia que las poblaciones naturales de la especie, en estas localidades, están decreciendo en la actualidad, por lo que su Valor Reproductivo (r) es negativo. Esta situación se corresponde con la alteración existente en estas localidades, presentando una gran transformación de áreas naturales en plantaciones y una antropización muy marcada, lo que repercute incluso en la Tasa Generacional (T), la más baja en la provincia.

Estas condiciones se aprecian en las localidades del Cerro y La Baritina, donde el nivel de transformaciones de las áreas naturales es muy alto y sólo se localizan pequeños reductos alterados, además de otras áreas muy afectadas por las actividades ilícitas de extracción y pastoreo de animales.

pequeños reductos alterados, además de otras áreas muy afectadas por las actividades ilícitas de extracción y pastoreo de animales.

4.3.2. EFI Minas.

La EFI Minas, con sus poblaciones naturales compuestas solo por *P. tropicalis*, presenta características diferentes, como se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 4.5: Tabla de vida de las poblaciones de la Empresa Forestal Integral Minas.

Estado	Nx	lx	dx	qx	Log a	Kx (Log lx - Log lx+1)	Fx	lxmx	mx	xlxmx
Semillas	81248	1	0.9954	0.9954	4.9098	2.3369				
Posturas	374	0.0046	0.00132	0.2861	2.5729	0.1464				
Brinzal	267	0.0033	0.0006	0.1798	2.4265	0.0861				
Latizal	219	0.0027	0.0002	0.0685	2.3404	0.0308	5694	0.070	26	15.35
Adulto	204	0.0025	0.0009	0.3431	2.3096	0.1825	39780	0.488	195	99.9
Maduro	134	0.0016	--	--	2.1271	--	47034	0.562	351	77.57
		1.01475					92508	1.119		192.8

$$R_0 = \sum lxmx = 1.119$$

$$T = \frac{\sum xlxmx}{\sum lxmx} = 169.82$$

$$r = \frac{\ln R_0}{T} = 0.0007$$

Las áreas naturales de la EFI Minas poseen la más alta Tasa Reproductiva Neta en la Provincia y por consiguiente el Valor Reproductivo más elevado y la Tasa Generacional mayor. Las áreas naturales, en estas localidades hace más de tres años que no se intervienen y, a pesar de que sufrieron una gran merma años atrás, las que se mantienen presentan muy bajo nivel de alteración, lo que se corrobora con los resultados obtenidos.

4.3.3. EMA Viñales.

Las áreas de esta empresa poseen una composición mixta y han sido, después de las de la EFI Pinar del Río, las más alteradas y transformadas en plantaciones, no obstante su situación no es igual a la empresa citada.

Tabla 4.6: Tabla de vida de las poblaciones de la Empresa Forestal Integral Viñales

Estado	Nx	lx	dx	qx	Log a	Kx (Log x- Log lx+1)	Fx	lxmx	mx	xlxmx
Semillas	45280	1	0.9932	0.9932	4.6559	2.1645				
Posturas	310	0.0068	0.0022	0.3226	2.4914	0.1691				
Brinzal	210	0.0046	0.0008	0.1667	2.3222	0.0792				
Latizal	175	0.0039	0.0005	0.1314	2.2430	0.0612	11200	0.250	64	43.680
Adulto	152	0.0034	0.0006	0.1645	2.1818	0.0780	21888	0.490	144	74.419
Maduro	127	0.0028	--	--	2.1038	--	12192	0.269	96	34.138
		1.02151					45280	1.008		152.237

$$R_0 : \sum lxmx = 1.008$$

$$T : \frac{\sum xlxmx}{\sum lxmx} = 151.03$$

$$r = \frac{\ln R_0}{T} = 0.00005$$

Las áreas naturales existentes en la empresa poseen una tasa reproductiva neta ligeramente superior a uno (1), lo que evidencia que están en crecimiento, por lo que su valor reproductivo, aunque muy bajo, es positivo. Su tasa generacional se considera alta con relación a los valores medios.

En la Empresa Viñales se presentan las dos especie y se han realizado también importantes transformaciones de las áreas naturales en plantaciones, no obstante, todavía se localizan importantes zonas con la presencia de áreas naturales.

4.3.4. EMA La Palma:

Las áreas naturales reportadas para esta Empresa son las más bajas dentro del conjunto estudiado y en su totalidad son mixtas, predominando incluso, en muchas localidades *P. caribaea* por encima de *P. tropicalis*. Las zonas más conservadas se localizan en Galalon y las menos en Juan Manuel, no obstante presentan mejor situación demográfica que las áreas de Viñales, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4.7: Tabla de vida de las poblaciones de la Empresa Forestal Integral la Palma.

Estado	Nx	lx	dx	qx	Log a	Kx (Log lx- Log lx+1)	Fx	lxmx	mx	xlxmx
Semillas	53326	1	0.9952	0.9952	4.7269	2.3204				
Posturas	255	0.0048	0.0000	0.0000	2.4065	0.0000				
Brinzal	255	0.0048	0.0008	0.1569	2.4065	0.0741				
Latizal	215	0.0040	0.0012	0.2884	2.3324	0.1477	5590	0.104	26	22.36
Adulto	153	0.0029	0.0019	0.6667	2.1847	0.4771	29835	0.566	195	86.52
Maduro	51	0.0010	--	--	1.7076	--	17901	0.351	351	17.90
		1.01742					53326	1.021	572	126.78

$$R_0 = \sum lxmx = 1.021$$

$$T = \frac{\sum xlxmx}{\sum lxmx} = 124.236$$

$$r = \frac{\ln R_0}{T} = 0.0002$$

Como se observa los valores de la Tasa Reproductiva Neta son mayores que uno y el Valor Reproductivo positivo, no obstante su Tasa Generacional es baja.

En la zona de Juan Manuel se ha efectuado una gran transformación de las áreas naturales localizándose áreas naturales en el extremo más occidental de la localidad, las zonas mejor conservadas se localizan en Galalon y en la Jagua.

4.3.5. Promedio Provincial.

Como se ha podido apreciar en las tablas y comentarios anteriores existen variaciones entre las diferentes localidades de las Alturas de Pizarras evaluadas y es evidente que la acción del hombre ha jugado un papel importante en ello.

Los valores que se presentan a continuación evidencian el comportamiento general de la formación, lo que nos da una idea del funcionamiento de las áreas naturales de *P. tropicalis*, sólo o en compañía de *P. caribaea*.

Tabla 4.8: Tabla de vida. Valores promedios provincial

Estado	Nx	lx	dx	qx	Log a	Kx (Log lx- Log lx+1)	Fx	lxmx	mx	xlxmx
Semillas	60988	1	0.9945	0.9945	4.7852	2.2631				
Posturas	333	0.0055	0.0009	0.1630	2.5221	0.0773				
Brinzal	279	0.0046	0.0011	0.2469	2.4448	0.1231				
Latizal	210	0.0034	0.0009	0.2503	2.3217	0.1251	2989	0.147	43	30.84
Adulto	157	0.0026	0.0009	0.3609	2.1966	0.1944	2241	0.588	228	92.44
Maduro	101	0.0016	--	--	2.0022	--	1432	0.323	196	32.45
		1.0177					6662	1.058	466.69	155.73

$$R_0 = \sum lxmx = 1.058$$

$$T = \frac{\sum xlxmx}{\sum lxmx} = 147.225$$

$$r = \frac{\ln R_0}{T} = 0.0004$$

La tasa reproductiva neta de los valores promedios provinciales es superior a uno, lo que evidencia que a nivel de formación la especie se reproduce y crece, respaldada esta información con el valor positivo del valor reproductivo, su tasa generacional es de 147 años, valor considerado por el autor como aceptable para las características de la especie.

Estos resultados demuestran que a pesar del daño presente la formación natural no está en declinación y que el potencial reproductivo puede garantizar la

supervivencia de la especie en el tiempo, sólo la acción del hombre es capaz de determinar el futuro de los recursos naturales y la aplicación de un manejo sostenible y conservativo a la formación de pinares sobre pizarras es la vía más rentable para llegar a un desarrollo sostenible y entregar en herencia nuestras riquezas a nuestros hijos y nietos.

Capítulo V: Propuesta de Manejo de Áreas naturales.

5.1 Valoraciones.

En la rama de la medicina, la tarea de curar un enfermo recae sobre un médico especialista en la enfermedad dada, apoyado por una enfermera y sí a caso, por algún otro personal. Un fitosanitario siempre encontrará una vía para detener el avance de una enfermedad o plaga que ataque un cultivo, incluida la más drástica, pero para devolverle la salud a la formación de pinares de Alturas de Pizarras se necesita el conjunto de voluntades y acciones de muchos y la esperanza de que en varias generaciones la formación recupere valores perdidos y llegue a una situación de equilibrio, donde su aprovechamiento no ponga en peligro su estabilidad.

En el ámbito internacional se está imponiendo el concepto de la Ordenación Forestal Sostenible, tema debatido en varias tribunas y muy divulgado por la OIMT.

En la Declaración de Principios Forestales, en la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), y en las directrices para la ordenación sostenible de los bosques se plantea que el manejo sostenible representa uno de los desafíos más críticos que enfrente la humanidad, pues la producción de madera sigue siendo el objetivo principal en la actualidad (Padilla, 2000).

Baydok (1997) versa sobre la ordenación forestal sostenible y enumera algunas consideraciones al respecto, señalando entre otras cuestiones que: la sostenibilidad es el aspecto esencial de la ordenación forestal, los bosques deben ser ordenados con un enfoque multifuncional y la silvicultura sigue siendo la piedra angular en los esfuerzos para comprender mejor y alcanzar la ordenación sostenible.

Leslie (2001), comentando sobre la "Extracción de Impacto Reducido" (EIR), reconoce como necesaria la extracción de madera de los bosques naturales, pero destaca que debe ser limitada y que debe cumplir tres condiciones como mínimo:

- Que no se presente una perturbación a largo plazo de la estabilidad y dinámica del ecosistema forestal.
- Que no se presente un daño irreversible y permanente en el medio ambiente del que depende el ecosistema o en los ambientes o sociedades que dependen del ecosistema forestal; y
- Que no ponga en peligro y de preferencia que ayude en la regeneración de las partes explotadas del bosque de tal forma que se conserve la integridad del ecosistema.

Plantea el autor citado anteriormente, que la ordenación forestal sostenible de los bosques requiere, por definición, el mantenimiento de los bosques naturales a largo plazo y cita a Chris Maser, que planteó hace más de diez años, que para lograr este tipo de ordenación en los bosques se debe cambiar la forma de pensar y para cambiar nuestra forma de pensar debemos ir más allá de nuestros propios intereses.

En la ley Forestal, (MINAGRI, 1999) se lee “ El bosque es un recurso natural renovable que proporciona bienes y servicios de tipo económico, ambiental, social y cultural, susceptible a ser aprovechado racionalmente sin detrimento de sus cualidades reguladoras y protectoras del medio ambiente”, mientras en sus objetivos señala que se regule el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y se promueva el aprovechamiento racional de los productos no madereros de los bosques.

5.2. Situación.

Valorando su situación actual se puede categorizar los problemas, que presenta la formación natural de *P. tropicalis* en las Alturas de Pizarras, en varios tipos, a saber:

- Económicos
- Sociales
- Genéticos
- Silvicultural

5.2.1. Problemas Económicos:

La situación económica internacional, no tan solo la de Cuba, es un freno para acometer todo el trabajo de reconstrucción que necesita la formación, pues de hecho, no será una actividad que brinde resultados a corto plazo y que requiere de una gran inversión.

La formación, como se encuentra en la actualidad, no posee la extensión de área cubierta por bosques naturales que garantice una gran cantidad de surtidos madereros en las actividades de raleos y limpias, no posee instalaciones turísticas ni infraestructura instalada de senderismo u otra opción ecoturística que pueda revertir algún capital hacia ella, ni existen medios de aprovechar toda la gama de productos no madereros que pueda ofrecer su aprovechamiento, a pesar de estar definidas las técnicas para el aprovechamiento de la resina, el follaje y la corteza entre otros.

La sola actividad de recolección de la semilla que sería necesaria para aplicar un enriquecimiento bajo el dosel implica la movilización de un gran número de personas capacitadas para la cosecha, el manejo de los conos y semillas y su posterior fase de vivero, todo esto teniendo en cuenta que existen resultados que demuestran que se deben emplear las semillas de procedencia local.

El aprovechamiento de la madera implica, además, el empleo de técnicas de extracción y acopio que en determinada medida provocan impactos en el ecosistema, los cuales requieren ser mitigados y que en fin de cuentas necesitan de financiamiento.

Y la madera sigue siendo un producto muy necesario para la economía del País, para el crecimiento acelerado del turismo solamente, los volúmenes de madera son considerables.

Para desarrollar los procesos de ordenación necesarios para el manejo del patrimonio, se requiere de una inversión considerable y esta actividad es fundamental para la planificación de un manejo sostenible de nuestros bosques.

5.2.2. Problemas sociales:

La existencia de los bosques como bien de la sociedad es subestimada por la población, que no hace uso de ellos ni como lugar de esparcimiento y que carece generalmente de los productos madereros para resolver problemas domésticos de reparación. Tampoco se perciben los beneficios que aportan los bosques en la conservación de los ecosistemas y la diversidad biológica, por falta de cultura en el tema principalmente y por lo tanto sus criterios y posibles aportes no son encausados ni tomados en cuenta en las decisiones.

La demanda de madera aserrada, en bolo, o como leña cada día se incrementa y existe la capacidad instalada para su procesamiento en un gran número de aserrios de diferente envergadura. En los últimos años se está haciendo sentir una leve presión por no seguir explotando las áreas naturales de *P. tropicalis* y en realidad se está trabajando en este sentido en las Minas, por ejemplo. Pero los planes de producción no reconocen el tipo de áreas por el surtido que demanda.

En varias localidades se ha aplicado tala rasa en áreas de encinares, que en su momento contenían pinares para su uso como leña y lo que ha resultado es un tallar de encino de baja calidad, pues éste tiene la capacidad de rebrotar, no así el pino hembra que una vez talado deja incluso el vacío de la posible descendencia que podría aportar.

La cría de cerdos en áreas de pinares es otro problema que atenta contra su estabilidad, el cerdo, con su manera de buscar alimento en el suelo, endurece la capa superficial, elimina la regeneración, ingiere una gran cantidad de semillas y raíces y afecta la fauna en sentido general.

La tala clandestina de pinos es algo que incide ocasionalmente, principalmente para su uso directo en casas y otras construcciones rurales, e incluso para su procesamiento en aserrios clandestinos, esta actividad ya no es significativa y con las medidas puestas en vigor con la nueva Ley Forestal deben desaparecer, no obstante en el pasado fue una de las causas que más afectó al bosque natural.

Otra cuestión importante es la conservación de reservas de madera para enfrentar contingencias climáticas frecuentes en el País, que producen afectaciones en la población, como la ocurrida recientemente en la región occidental del país.

5.2.3. Problemas genéticos:

El resultado de la prueba de progenies citada es un hecho, el caso de que en las diferentes localidades se haya establecido una especialización, indica que no existe intercambio genético entre las poblaciones, provocado por la fragmentación de la formación y creando, aparentemente, ecotipos diferenciados. De forma natural, los pinos, tienen gran facilidad de expansión del polen en las conocidas lluvias de oro, que no es más que el polen que es transportado por el viento y que puede llegar, en corrientes convectivas, a largas distancias. La tala de grandes áreas, el fuego, la expansión artificial de *P. caribaea*, son algunas causas que agudizan esta situación. Lo referido se conoce como erosión genética y no es un problema local, es hoy día uno de los grandes problemas que afectan la biodiversidad a escala global.

Los propios resultados alcanzados en la presente investigación, en cuanto a la alta correlación existente entre el diámetro y la altura, no reportado por Padilla y otros autores que han trabajado las plantaciones de la especie, nos muestran la pérdida de potencialidades de las áreas naturales, con un gran componente genético.

5.2.4. Problemas silviculturales:

Este tipo de problemas es, tal vez, el que más directamente ha golpeado la estabilidad de la formación, la herencia recibida al triunfo de la Revolución, en la formación, no se diferenciaba en nada del resto del área forestal del país: bosques degradados, áreas deforestadas, especies exóticas introducidas y un bajo nivel profesional en la temática. A esto se le agrega la falta de una estructura docente para la preparación del personal necesario para acometer las tareas requeridas en el momento.

A partir de 1962 se comenzó un amplio plan de reforestación en la provincia, y al mismo momento se comenzó una tala extensiva de las áreas de pinares. Al inicio se hicieron esfuerzos por la utilización de *P. tropicalis*, pero sus bajos porcentos de germinación y su lento crecimiento en vivero, provocó primero que se hicieran las resiembras en vivero con semillas de *P. caribaea*, y después se relegó su uso sencillamente.

El tratamiento aplicado al bosque natural ha consistido en su tala rasa primero, y más recientemente en la preparación de las áreas para la extracción de la resina, entre 4 a 5 años antes de la tala de todos los árboles, con diámetro suficiente para la actividad.

En la actualidad no se ha definido qué tipo de manejo aplicar en la formación, si nos guiamos por la escuela tradicional se puede pensar en el enriquecimiento bajo el dosel, la tala por corredores, la tala con árboles padres, la tala rasa y la reforestación con semillas de la localidad. Pero no existen estudios del efecto del fuego controlado sobre la regeneración y el desarrollo de la vegetación, qué efecto tendría la aradura con discos en el pinar, como aplicar cortas regularizadoras y otras técnicas más en uso a escala mundial.

5.3. Propuestas de manejo.

El crecimiento y el rendimiento dependen tanto de la productividad potencial, dada por la calidad del sitio, como del grado que se aproveche dicha potencialidad a través de la cantidad y distribución del stock (Mercancías almacenadas), (Prodan et al. 1997).

Para pensar en un manejo sostenible de la formación la primera condición necesaria es congelar las áreas que existen en la actualidad, o sea, no efectuar más talas rasas en bosques naturales de pinares en las Alturas de Pizarras. De hecho, se ha roto el continuo en ella y se encuentran hoy como islas sin vínculo entre si.

El mejoramiento genético sería la segunda acción, con la particularidad de ser local y a corto plazo, con la selección de árboles plus y el establecimiento de huertos clonales y semilleros.

Al respecto, en la Estación Experimental Forestal, adscrita al Instituto de Investigaciones Forestales, se determinó desde la década de los 80 la vía para la reproducción agámica de *P. tropicalis* (mediante injerto), además existen 1000 ha de masas semilleras, se han desarrollado 5 pruebas de progenie y se han establecido 40 ha de huertos de brinzales (EEF, 1990).

Gómez Loranca, (1996 citando a Madrigal 1993), se refiere a la importancia de la construcción y empleo de las tablas de producción, compatibilizando la máxima rentabilidad económica con la estabilidad, la conservación de la diversidad genética, los equilibrios ecológicos y el uso social del monte, labores que para *P. tropicalis* en áreas naturales no se han elaborado.

Particularmente no comparto la idea de la utilización del fuego como método de preparación, pero tampoco niego su importancia en estas condiciones siempre y cuando esté respaldada por la investigación pertinente; como variantes al fuego se pueden emplear la remoción de la capa superficial, eliminando la acumulación de acículas o pajón de tal manera que permita la entrada de luz a la superficie del suelo, que al parecer es lo que más limita la regeneración natural, estas acciones se pueden reforzar con la dispersión de semillas pregerminadas o no, pero en condiciones de humedad adecuadas.

Los bosques manejados para la producción de madera también pueden conservar la diversidad biológica. Esto se puede lograr minimizando las pérdidas de biodiversidad mediante la aplicación adecuada de regímenes de ordenación e integrando los principios de conservación en la planificación, formulación y ejecución de los planes de manejo forestal (Padilla, 1999). Pero, si de conservación de la biodiversidad se trata, Mukanda (1998) plantea que "no debe confundirse el ecosistema bosque con una masa arbolada y menos con una masa de carácter artificial, lo que

caracteriza al bosque es su naturalidad, su situación en el máximo nivel de la sucesión ecológica”.

Para el manejo de la formación se necesita la sectorización de sus áreas, pues no están todas en igualdad de condiciones y se recomienda se proceda con precaución para preservar lo existente.

5.3.1: Consideraciones.

De acuerdo al estado de las áreas se podrían seguir las siguientes opciones:

1. Áreas muy degradadas, con alta presencia de acículas o pajón en el estrato herbáceo y poca o nula regeneración.
 - (1) – árboles mayores deformados, dispersos o ausentes.
 - (2) – algunos árboles mayores normales.

2. Areas medianamente degradadas.
 - (1)- estrato herbáceo de abundante a mediana densidad
 - (2)- estrato herbáceo escaso
 - (3)- de alta a media presencia de acículas.
 - (4)- baja presencia de acículas.
 - a)- con buena estructura del estrato arbóreo.
 - b)- con mala estructura del estrato arbóreo

3. Areas conservadas, con poca alteración.
 - (1)- buena regeneración natural.
 - (2)- mala regeneración natural.

4. Areas deforestadas.

Descripción:

- 1.(1) Áreas muy degradadas, con alta presencia de acículas o pajón en el estrato herbáceo y poca o nula regeneración. Árboles mayores deformados, dispersos o ausentes.**

Estas condiciones se refieren a un área muy antropizada, donde se observan tocones de árboles talados y baja densidad del arbolado en general.

En este caso se precisa realizar una tala sanitaria para extraer los árboles deformados y así eliminar su influencia en la descendencia; y un enriquecimiento bajo el dosel con semillas de árboles seleccionados en la localidad. Se puede remover la superficie del terreno con condiciones de humedad y realizar siembra directa o en hoyos de plantación ubicar plántulas obtenidas en vivero.

Estas localidades deben recibir las atenciones culturales establecidas, además de regularizar la regeneración y cerrar los calveros o áreas con poca regeneración.

Paralelamente o posterior a la tala sanitaria se debe realizar un raleo en el área para lograr la distribución lo más uniforme posible del arbolado que se mantenga en el rodal.

La intervención posterior estará determinada por el desarrollo del rodal, desde la aplicación de nuevos raleos hasta la realización de talas selectivas, cuando los diámetros y volúmenes que se alcancen lo permitan.

- 1.(2) Áreas muy degradadas, con alta presencia de acículas o pajón en el estrato herbáceo y poca o nula regeneración. Algunos árboles mayores normales.**

Con características parecida a la anterior, tiene la ventaja de poder utilizar la descendencia de árboles del rodal, realizando cortas sanitarias, y lo más recomendable es la remoción del suelo con arado de disco en los meses previos a la

Capítulo V: Propuesta de manejo de áreas naturales 101

caída de las semillas y el posterior seguimiento de la regeneración y el cierre de áreas con poca o nula germinación de posturas.

La realización de raleos regularizadores es una tarea muy necesaria en este tipo de manejo, pues permite eliminar árboles deformados, disminuir la densidad y facilita condiciones favorable de desarrollo de los individuos en pie.

Una vez estabilizado el rodal se realizarán las intervenciones requeridas para su mantenimiento y aprovechamiento en el tiempo.

2.(1).a): Áreas medianamente degradadas. Estrato herbáceo de abundante a mediana densidad, con buena estructura del estrato arbóreo.

Se trata de áreas que han estado sometidas a cortas selectivas, pero no intensivas, que conservan individuos de buen fenotipo, pero con alta densidad del estrato herbáceo que limita la regeneración.

Para este tipo de área lo más recomendable es la menor interferencia en el complejo de la vegetación, aunque se debe remover el suelo para facilitar la germinación de las posturas y realizar raleos en los lugares más densos. Solo se recomienda realizar una tala selectiva de los árboles maduros, con copas definidas en sombrilla, que tienen incrementos muy bajos y aportan muy pocas semillas.

La realización posterior de raleos y cortas selectivas estarán determinadas por el desarrollo del rodal y de acuerdo al plan de ordenación.

2.(1).b) Áreas medianamente degradadas. Estrato herbáceo de abundante a mediana densidad, con mala estructura del estrato arbóreo.

Se diferencia de la anterior en que no conserva árboles capaces de garantizar una buena regeneración por lo que será necesario aplicar un enriquecimiento aplicando las técnicas descritas anteriormente y la corta de árboles maduros y deformados.,

seguida de un raleo regularizador y la aplicación del aprovechamiento sostenible de los volúmenes que se produzcan con el desarrollo del rodal.

2. (2)- Áreas medianamente degradadas. Estrato herbáceo bajo.

Estas características se presentan cuando las condiciones de suelo no son buenas y la densidad es alta, con la presencia de árboles de pocas dimensiones, deformados y el estrato arbustivo denso. Generalmente afectados por la extracción de cujes y varas y no de árboles mayores, muy escasos.

Se debe aplicar un raleo selectivo dirigido a eliminar los pies deformados, regularizar la densidad y permitir la apertura del suelo. Si la regeneración no se garantiza con el aporte de los árboles del rodal se necesitará aplicar técnicas de enriquecimiento.

El manejo posterior, una vez establecida la regeneración o plantación será la aplicación de raleos y talas selectivas.

2. (3)- Áreas medianamente degradadas. De alta a media presencia de acículas.

Áreas con mejores condiciones de suelo, estrato arbóreo denso y un colchón de acículas sobre el suelo, o rodal denso, con poca vegetación en los estratos inferiores e igual colchón de acículas.

En este tipo de área se necesita intervenir mediante raleos, pero de baja intensidad (no más del 15% del Ab.), dirigidos a regularizar el espaciamiento y permitir el desarrollo de la regeneración, además, de eliminar árboles maduros y deformados.

Una vez regularizada la densidad del arbolado y garantizada su cobertura se aplicarán las intervenciones pertinentes para mantener la estructura mejorada del rodal y su aprovechamiento sostenible.

2. (4)- Áreas medianamente degradadas. Baja presencia de acículas.

Áreas de poca densidad, con un abundante estrato arbóreo y poca presencia de acículas en el suelo, el que posee alguna gramínea o ciperáceas. Estas han estado sometidas a talas selectivas y generalmente no presentan árboles maduros en buenas condiciones. Se requiere cortas sanitarias, raleos regularizadores y el enriquecimiento del rodal.

Al igual que los casos anteriores la intervención posterior dependerá de su desarrollo.

3. (1)- Áreas conservadas, con poca alteración. Buena regeneración natural.

Áreas altamente deseadas, a las que se le aplicarán cortas selectivas dirigidas al aprovechamiento de árboles maduros y algún adulto donde la densidad lo permita, pero tratando de alterar lo menos posible la superficie del suelo con el aprovechamiento. Estas talas serán realizadas a intervalos tal que el incremento del rodal permita reponer la extracción realizada y no antes.

3.(2)- Áreas conservadas, con poca alteración. Poca regeneración natural.

Tratamiento igual al anterior, pero con actividades dirigidas al aumento de la regeneración natural del rodal.

4. Áreas deforestadas.

Para las Alturas de Pizarras está definido que la presencia de *P. caribaea* está condicionada a las características edáficas y es evidente que cuando se obvian éstas, los resultados de la plantación son pésimos. *P. tropicalis* está apto para ser plantado en cualquier condición de la formación y su papel en los planes de reforestación debe aumentar, garantizando la correcta utilización de las

Capítulo V: Propuesta de manejo de áreas naturales 104

procedencias y los resultados científicos y técnicos obtenidos en nuestro país relativo al manejo de la especie, como el espaciamiento, por ejemplo.

No se pretende con el manejo propuesto la conservación estricta de la formación natural, su aprovechamiento sostenible es una necesidad del país en las condiciones actuales, pero la preservación del ecosistema de pinares sobre Alturas de Pizarras también es una necesidad y ambas deben conciliarse para poder dar herencia a las generaciones futuras.

CAPITULO VI: Valoración de incertidumbres.

Introducción.

La naturaleza de los ecosistemas, sus interacciones y características, aunque enmarcados en espacios finitos se nos presenta como un conglomerado casi infinito de relaciones, influencias y variables que por muy amplio que se quiera evaluar siempre los resultados serán incompletos, de ahí la diversificación de especialidades relacionadas con los estudios ecológicos, biológicos o forestales por mencionar algunos.

Si sumamos a lo anterior la complejidad de los ecosistemas tropicales se podrá comprender mejor la necesidad de integración a la hora de planificar y ejecutar investigaciones dirigidas al estudio de los complejos ecosistemas de estas latitudes.

Para el caso que nos ocupa los pinares naturales de *Pinus tropicalis* asentados en la formación geológica San Cayetano, fundamentalmente, uno de los primeros territorios emergidos del mar entre el Jurásico Medio y Superior considerados una formación madura y expuesta a una amplia influencia antrópica, a la acción de las variables climáticas y a los fuegos más o menos frecuentes a todo lo largo de las Alturas de Pizarras, su estudio se torna muy interesante.

Por otra parte el suelo, sustento de la formación vegetal, presenta una alta variabilidad en muy poco espacio y aunque muy erosionado y con valores bajos de pH, es capaz de soportar una compleja y especializada vegetación que la caracteriza y que ha sido muy poco estudiada.

En el trabajo de tesis se han presentado cuestiones que no han sido definidas o estudiadas a profundidad, originando interrogantes y vacíos que requieren un análisis más profundo y son puntos de partida para nuevos estudios, estas cuestiones se presentan a continuación y el autor expone sus consideraciones.

Desarrollo.

Incendios Forestales: ¿Qué papel ha jugado el fuego natural en la formación de Pizarras?

Para poder entender esta cuestión hay que tener presente que realmente se tomaron medidas para su control a partir del año 1959, antes la ocurrencia de un incendio forestal era una catástrofe, donde los menguados recursos estatales y el apoyo de la población eran insuficientes para su control una vez iniciado y remontándonos más atrás en el tiempo simplemente el incendio se originaba y concluía por la acción de la naturaleza, no obstante, la formación ha resistido este fenómeno y los grandes volúmenes extraídos desde el mismo momento de la colonización y hasta nuestros días nos muestra la gran resistencia de los pinares al fuego.

Como resultado de los estudios realizados se comprobó que en la región más occidental y en su parte N no se reportan áreas naturales de *P. caribaea* (EFI Minas y parte N de la EFI Macurijes), esta especie es menos resistente al fuego que *P. tropicalis* y la región aludida posee una topografía más llana que el resto de las pizarras, lo que supone menos líneas de escorrentía y arroyos, que de forma natural constituyen barreras verdes contra fuego, por tanto la ocurrencia de incendios en esta zona debió ser más intensa, con el consiguiente daño a las especies vegetales presentes y por lo cual se considera que *P. caribaea* no sobrevivió a esta situación.



Universitat d'Alacant

Universidad de Alicante

Por otra parte, los pinos tienen simbiosis con micorrizas que les permiten abastecerse de los niveles requeridos de nitrógeno, pero, ¿cómo se comporta la movilidad del resto de los nutrientes y micronutrientes con los niveles de acidez del suelo y los procesos erosivos y de lixiviación que le son característicos?, esta problemática se ha estudiado a nivel de macetas, pero requiere de una investigación

El suelo: se supone que el aporte de cenizas al suelo eleva los niveles de minerales y que el fuego volatiliza una gran parte de la materia orgánica, el nitrógeno y afecta la microfauna del suelo; de forma general, empobrece la estación facilitando los procesos erosivos. Todo lo anterior remite a la idea de que precisamente este ciclo de fuego es quien ha permitido la subsistencia del pinar sobre Pizarras, al no permitir una sucesión natural.

Una de las consecuencias que se valora como resultado del fuego es el aumento de la regeneración de *P. tropicalis*, los fuegos ocurren con mas frecuencia en los meses de sequía, hasta que comienzan las lluvias en mayo. Después del fuego la superficie del suelo queda descubierta al quemarse la capa vegetal y las acículas de los pinos acumuladas, lo que facilita la germinación de las semillas dos meses después, en julio cuando comienza la apertura de los conos, pues, de acumularse material vegetal, incluido el cojón de acículas, la germinación de las semillas se vuelve muy difícil, sin embargo en calveros y deslizamientos o movimientos de suelo en el bosque o sus límites ocurre una verdadera explosión de la regeneración de *P. tropicalis*, esta situación ha sido estudiada y observada por muchos especialistas, pero nunca ha estado concebida como un tratamiento para mejorar y aumentar la regeneración natural y por tanto mejorar el bosque natural.

Por supuesto no deja de ser una hipótesis que necesita comprobación a través de estudios más profundos pues de forma artificial el pino macho se reporta con muy buen desarrollo en la zona referida.

más profunda si se desea conocer realmente los mecanismos de subsistencia de la especie.

En el capítulo I se hace referencia a evaluaciones muy puntuales realizadas a la valoración del comportamiento de la temperatura y la humedad relativa y se evaluó, además, la actividad fotosintética, la transpiración, la temperatura y la asimilación de CO₂.

Como se explica en dicho capítulo estos análisis fisiológicos de la especie son muy importantes para conocer su respuesta a las condiciones de las pizarras y sus requerimientos, pero deben abarcar un mayor rango incluyendo en su análisis la mayor diversidad de condiciones posibles.

Aunque no se reporta la influencia de los factores climáticos como determinantes en el desarrollo y supervivencia de la formación, es innegable que la disponibilidad de agua juega un papel clave en su funcionamiento al igual que los vientos y la temperatura, lo que requiere de por sí una investigación particular.

Por último se debe destacar lo relacionado a la posible variabilidad genética de las poblaciones remarcado por los resultados de la prueba de procedencia que se cita y la disgregación de las áreas naturales provocados por la actividad de tala rasa ejecutada sobre la formación.

Conclusiones.

Se presentan como pautas para nuevas investigaciones, las cuestiones siguientes:

1. La influencia del fuego sobre el desarrollo y supervivencia de la formación de bosques naturales de *P. tropicalis* sobre Pizarras.
2. Papel de los nutrientes, micronutrientes, micorrizas, pH, erosión y el resto de los procesos del suelo.
3. Estudio completo de la fisiología de *P. tropicalis*.
4. Manejo de la regeneración natural en bosques naturales de la especie.
5. Estudio de la influencia del tiempo y el clima en el desarrollo y supervivencia de *P. tropicalis*.
6. Estudios dendroecológico en las dos especies de pinos en la formación en condiciones ecológicas contrastantes.
7. Determinación de la relación de las series de crecimiento con las series climáticas y la simulación de escenarios en el marco del cambio climático.

CONCLUSIONES

Una vez realizadas las valoraciones y análisis del trabajo investigativo se ha llegado a conclusiones sobre la ecología de *Pinus tropicalis* en bosques naturales de las Alturas de Pizarras, sobre su demografía y sobre el estado actual de los rodales naturales de la especie para su aprovechamiento sostenible. Se presentan precisamente en ese orden:

1. La formación vegetal de Pinares sobre Alturas de Pizarras, en Pinar del Río, se encuentra actualmente muy alterada y muy por de bajo de su rendimiento potencial, debido a más de tres siglos de explotación de sus mejores surtidos.
2. *Pinus tropicalis*, especie albórea fundamental de la formación, manifiesta un comportamiento atípico en estado natural alterado, con valores de altura mayor fuera de los árboles de mayor diámetro y una alta correlación con el diámetro medio del rodal.
3. *Pinus tropicalis* posee una alta capacidad para desarrollarse sobre suelos extremadamente pobres, erosionados y secos; característicos de las Alturas de Pizarras, no obstante, alcanza su mejor desarrollo en suelos profundos.
4. La erosión ha jugado un papel determinante en la formación, presentándose una gran cantidad de suelos en las categorías de esqueléticos antrópicos y naturales, lo que ha influenciado grandemente en la calidad del arbolado existente.
5. Ni el contenido de gravas ni la textura del suelo influyen en el desarrollo de *P. tropicalis*, gracias a la gran adaptación que presenta ante estas condiciones.
6. *Pinus tropicalis* se desarrolla sobre todos los suelos que se presentan en las Alturas de Pizarras, independientemente de su profundidad, del grado de erosión y del contenido de gravas y piedras, encontrándose las mejores calidades en aquellos que presentan mayor profundidad y contenido de arcillas, como los Ferralíticos Rojos.

7. Los rodales más protegidos de la acción del viento (mayor resguardo) presentan mejores características que los sometidos al interperismo y al efecto secante del viento.
8. Los valores de pendiente, en la formación son muy variables, encontrándose los mejores rodales en las áreas de menor pendiente.
9. La exposición de los rodales no influye en su desarrollo, aunque se presentan preferencias por las vertientes N o próximas a él.
10. La alta correlación existente entre el DAP (d 1,30m) y la ALT es una muestra de la alteración de los rodales y el estado actual de desarrollo.
11. La alta correlación negativa entre el número de árboles y la ALT reafirma lo anterior, estando determinado por las intervenciones al rodal y las extracciones efectuadas.
12. La presencia de mejores calidades de *P. tropicalis* en las áreas que aparece mezclado con *P. caribaea* responde a características de suelo.
13. La regeneración de *P. tropicalis* no presenta correlación con la calidad pero es afectada en los rodales con alta densidad, reporta los mejores indicadores en los rodales con las dos especies de pino, que presentan menor densidad y mejores condiciones de suelo.
14. Ni la riqueza específica ni el valor de biodiversidad de Shannon poseen significación con la ALT, estas variables son influenciadas por la profundidad del suelo y la exposición fundamentalmente, presentando valores relativamente bajos, comparados con otros ecosistemas de la provincia u otros pinares del mundo.

15. El *Quercus oleoides* ssp. *sagraeana*, con su porte y desarrollo es un indicador efectivo de la calidad del rodal en el estrato albóreo.
16. En el estrato arbustivo la presencia de las especies *Didymopanax morototoni*, *Matayba apetala*, *Xylopia aromatica*, *Clusia rosea* y *Pinus caribaea* es un indicador de las mejores calidades.
17. Por el contrario *Hypericum stiphilioides*, *Curatella americana*, *Cyathea alborea* y *Lycopodium cernun* se presentan en las peores calidades.
18. En el estrato herbáceo *Davilla rugosa* y *Myrica cerifera*, así como la liana *Smilax havanensis* se localizan en los rodales de mejores calidades.
19. *Cladonia* ssp. *div.* es un indicador de las peores calidades, en el estrato herbáceo.
20. Los factores climáticos no son significativos a la calidad de los rodales, lo que reafirma el enunciado de varios autores, de que la existencia del pinar sobre Alturas de Pizarras está limitado por las condiciones edáficas.
21. En la gran mayoría de los rodales, la fuente semillera proviene de árboles adultos o maduros deformados y de latizales descendientes de los árboles citados.
22. Se ha transformado totalmente más del 60% de las áreas de Pinar natural en las Alturas de Pizarras y lo que se mantiene presenta algún grado de alteración antrópica.
23. La media de semillas viables por conos, en *P. tropicalis*, que es de 14.43 se valora como muy pobre.

24. Por los resultados del estudio de demografía, los pinares naturales de *P. tropicalis* de las Alturas de Pizarras, se mantienen estables con un pequeño decrecimiento.

25. El estado de los rodales se clasifican en cuatro categorías para su manejo:

- Áreas muy degradadas.
- Areas medianamente degradadas.
- Areas conservadas, con poca alteración.
- Areas deforestadas.

26. Los métodos de reconstrucción bajo dosel y las talas sanitarias unidas a un aprovechamiento selectivo son las operaciones viables para conservar los valores de la formación natural de pinares en las Alturas de Pizarras.

Bibliografía

- 1- **ACC. (1973):** Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Editora de la Academia de Ciencias. La Habana: 253- 254.
- 2- **Acosta, M. (1976):** Índice para el estudio de nicho trófico. Ciencias Biológicas. No. 7. Editorial Academia: 125- 127.
- 3- **Acosta, R., D. Hernández, A. Brito, A. Cárdenas y A Romero. (1976):** El Manejo de *Pinus caribaea* var *caribaea* a raíz desnuda en los suelos rojos montañosos (Guane), de la estación Experimental Forestal de Viñales, Pinar del Río, Cuba. Revista Forestal Baracoa. Año 6(1-2): 3- 13.
- 4- **Aguilar, M. y D. Aguilar (1991):** Determinación de la calidad de la estación en los bosques de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangarintiro. Michoacán. Revista Ciencia Forestal. Vol. 16(69): 35-57.
- 5- **Aguirre, O. A. y E. M. Zepeda. (1985):** Estudio del índice de sitio para *Pinus pseudoestrobis* Lind. De la Región de Iturbio. Nuevo León. Ciencia Forestal, Méjico. No 56: 10.
- 6- **Aldana, E., M. Frías, A. Peñalver y A. y Ares(1994):** Manual de Dasometría. Centro Universitario Pinar del Río. 183p.
- 7- **Alder, D. (1980):** Estudio de Volumen y estimación del rendimiento. Vol. 2 estudios FAO. Montes 22/2. Roma. 118pp.
- 8- **Alvarez, M., M. A. Betancourt, E. Jiménez y J. M. Montalvo. (1990):** Aplicación de Hierbicidas en viveros a raíz desnuda donde se produzcan posturas de *Pinus caribaea* var *caribaea*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20(2): 19-30.
- 9- **Álvarez, N. (2001):** La Diversidad Biológica y Cultural, Raíz de la Vida Rural. Biodiversidad Sustento y Cultura, No 27: 11- 15.
- 10- **Álvarez. P. A., J. C. Varona (1988):** Silvicultura. Ediciones Pueblo y Educación. La Habana: 354pp.
- 11- **Álvarez. P. A. (1986):** Panorama de la ingeniería Forestal en Cuba. Editora Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 88 pp.
- 12- **Andenmatten, E y F. Letourneau. (1997):** Funciones de intersección de crecimiento para predicción de índice de sitio en *Pinus ponderosa* de aplicación

- en la región Andino Patagónica de Río Negro y Chubut. Quebracho No 5, septiembre: 5- 10.
- 13- Ares, A.E. (1999):** Tablas dasométricas. Propuestas de categoría y valoración de alternativas de manejo para los pinares naturales de la EFI La Palma. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saís Montes de Oca
- 14- Avila, J., I. García, E. González, J. Rodríguez y A. Durán (1979):** Ecología y Silvicultura. Editora Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 289 pp.
- 15- Baes, R. y H. Gra (1988):** Estudio dasométrico en *Casuarina equisetifolia*. Tabla de Volumen. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18(2): 41- 52.
- 16- Blanco, A., M. Castroviejo, J. L. Fraile, J. M. Gandullo, L. A. Muñoz y O. Sánchez (1989):** Estudio del Pino canario. ICONA. Serie Técnica No 6. 190pp.
- 17- Blanco, J. J., L. Ramos, F. A. Romero, P. Friol y G. Herrero (1988):** comportamiento de *Pinus tropicalis* en cinco espaciamientos de plantación en los suelos ferralíticos cuarcíticos amarillos de Viñales. Cuba. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18, No. 2: 21- 30.
- 18- Blanco, J. J., L. Ramos, F. A. Romero y E. Alvarez. (1989):** Comportamiento de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en cinco espaciamientos de plantación en los suelos ferralíticos cuarcíticos amarillos de Viñales: Revista Forestal Baracoa. Vol. 19(1): 43- 54.
- 19- Bennett, H .H & Alison, R. J. (1966):** Los suelos de Cuba y algunos nuevos suelos de Cuba. Editora Revolucionaria. La Habana. 357pp.
- 20- Betancourt, B. A. (1987):** Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana. Editorial Científico Técnica. 2^{da} Edición. 427 pp.
- 21- Bisse, J. (1988):** Arboles de Cuba. Editorial Científico- Técnica. Ciudad de La Habana. 384 pp.
- 22- Borhidí, A.,O. Muñiz y E. Del Risco (1980) :** Clasificación Fitocenológica de la Vegetación de Cuba. Acta Botánica Hungárica. Academia Sci. Hung. 25: 263-301.
- 23- ----- (1996)** Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akademiai Kiado. Budapest : 858pp.

- 24- Campos, A. J. (1989):** Curvas de índice de sitio para *Eucalyptus camaldulensis* en América Central. Actas de reunión IUFRO. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: 351- 365.
- 25- Capote, R. y R. Berazaín (1984):** Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Rev. Jard. Bot. Nac. 5(2): 27- 76.
- 26- Cejas, F. y P. Echevarría (1989):** Ocurrencia de "rabos de zorro" en pruebas de procedencia de *Pinus tropicalis*. Acta Botánica de Cuba. No. 78. ACC. 10 pp.
- 27- CITMA (1997):** Estrategia Nacional de Educación Ambiental. CITMA. CIDEA. 36 pp.
- 28- Chile, L. (1999):** Flora y vegetación de las Alturas de Pizarras en San Juan y Martínez. Tesis en Opción del Título Académico de Master en Ecología y Sistemática Aplicada. Mención Sistemática y Curatoría Vegetal. Instituto Superior Pedagógico Rafael M. de Mendive. Pinar del Río.
- 29- Davitaya, T. y E. Trusov (1970):** Los recursos climáticos de Cuba. Editora MINAGRI e Instituto de recursos hidráulicos: 64pp.
- 30- De Nacimiento, J. F. (1977):** Tabla de Volumen total y de trozas. Tabla de surtidos para *Pinus tropicalis*. Centro de Investigaciones Forestales. Cuba. 9p y 9 tablas.
- 31- ----- (1978):** Periodicidad del crecimiento en altura tres especies de pinos cubanos. Revista Forestal Baracoa. Vol. 8(1-2): 47- 56.
- 32- ----- (1979):** Tablas de surtidos para *Pinus tropicalis*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 9(1-2):5- 12.
- 33- De Nacimiento, J. F. y J. Arias. (1983):** Estudio del tronco en los pinos cubanos. Revista Forestal Baracoa. Vol. 13(2): 7- 26.
- 34- De Nacimiento, J. F., O. González, H. Benites, E. Abreu y J. Pérez. (1983):** Tabla preliminar de rendimiento para *Pinus caribaea*. Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa. Vol. 13(2):103- 124.
- 35- De Nacimiento, J, H. Gra, J.M. Montalvo, C. Figueroa, L. Ramos, R. Toledo, R. Ramos, H. Maresma, A. Delgado, J. Zuñiga, R. Sánchez.(1991):** Código de Parcelas. Boletín Técnico Forestal Dic./91Número Especial: 3

- 36- **Del Risco, E., V. Samek (1984):** Estudio fitocenológico de los pinares de Pinar del Río y su importancia práctica para la silvicultura. Acta Botánica Cubana. ACC. No. 20:17- 28.
- 37- ----- (1987): Los pinares de la provincia de Pinar del Río. Cuba. Estudio sinecológico. Editorial Academia. La Habana: 9- 38.
- 38- ----- (1995): Los bosques de Cuba. Su importancia histórica y características. Editorial Ciencia y Técnica. Ciudad de La Habana.
- 39- **Del Risco, E. (1990):** Tipología de los Pinares de *P. tropicalis*. Original inedito.
- 40- **Díaz, S. (1998):** Comportamiento del follaje de *Pinus caribaea* var *caribaea* y *P. tropicalis* en el desarrollo de una metodología para la obtención de cera conífera, pasta clorofila-caroteno y residuo forrajero a escala de banco. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saís Montes de Oca.
- 41- **Departamento de Suelos. (2000):** Informe sobre el estado actual de los suelos de la provincia de Pinar del Río. Reunión del Polo Científico. CITMA. Pinar del Río.
- 42- **Echevarría, E. (1985):** Observaciones sobre el comportamiento de seis especies de pino frente a *Dioryctria horneana* (Lepidoptera. Phycitidae). Revista Forestal Baracoa. Vol. 15(1): 35- 44.
- 43- **Ehrlich, P. R. y G. C. Daily, (1993):** Science and the Management of Natural Resources. Ecological Applications. Vol. 3(4): 558 – 560.
- 44- **Estación Experimental Forestal Viñales (1996):** Empleo de humus de lombriz roja Californiana en los viveros forestales. Ficha técnica del logro.
- 45- -----, (1996): Estudio y definición de la tecnología para el aprovechamiento madera- follaje acorde al nivel de mecanización en la EFI Macurijes. Ficha técnica del logro.
- 46- -----, (1996): Momento óptimo para la recolección de conos de *P. caribaea* y *P. tropicalis*. Ficha técnica del logro.
- 47- -----, (1998): Estado de los Bosques del Mundo. Roma.
- 48- **Fernández, J., P. Echevarría, M. H. Pérez, A. González, A. B. Fernández, R. Toledo y S. González. (1990):** Estudio clonal de un banco de genes de *Pinus caribaea*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20(1):59- 66

- 49- Figueroa, C. y M. R. Acosta. (1999):** *Syzigium jambos* en bosques de galería de las Alturas de Pizarras. Revista electrónica Avances. CITMA Pinar del Río. Año 1, No 1
- 50- Fors, A. J. (1965):** Maderas Cubanas. Tercera Edición. INRA. La Habana. 162 pp.
- 51- Furrasola - Bermúdez, G. (1964):** Geología de Cuba. Editora del Consejo de Universidades. La Habana: 316pp.
- 52- Galindo-Leal, J. (2001):** Diseño y análisis de proyectos para el manejo de la diversidad biológica. Manual del Curso. En: Memoria del Octavo Curso Internacional sobre Diseño y Análisis de Proyectos para el Manejo de la Diversidad Biológica. Farallón, Montijo, Cerro La Vieja. Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Panamá, Panamá.
- 53- Gandullo, J. M., O. Sánchez-Palomares, J. Moro, A. Nicolás. (1972):** Ecología de los Pinares Españoles. III. *Pinus halapensis* Mill. Ministerio de la Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- 54-a. García, J. M., N. López y A. Vidal. (1988):** Un método para el pronóstico del volumen del cilindro de los bolos de *Pinus tropicalis* y *P. cubensis*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18(2): 53- 58.
- 58.b. -----:** Expresión matemática del perfil longitudinal y formulas de volumen par los bolos de *Pinus cubensis* y *P. tropicalis*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18(2): 59- 70.
- 55- Golgammer, J (1998):** Global Fire. A message from the Global Fire Monitoring Center.
- 56-Gómez Loranca, J. A. (1996):** *Pinus nigra* en el sistema Ibérico: Tablas de crecimiento y producción. Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentación. Madrid. 106 pp.
- 57- González, A. y M. Pérez. (1980):** Comportamiento de progenies de polinización libre y controlada de un huerto semillero de *Pinus caribaea* var *caribaea*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 10(1-2): 7-30.
- 58- González, A. y M. Pérez, J. J. Blanco y N. Vera. (1988):** Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivados en envases

de polietileno de doce dimensiones diferentes. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18(1): 39- 52.

- 59- ----- (1989): Comportamiento a escala de producción de cinco tamaños diferentes de bolsas de polietileno para producir posturas de *Pinus caribaea* y *Eucalyptus saligna*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 19(1): 31- 42.
- 60- **González, M. (1995):** a. Current land use trends and conservation of old grow forest habitats in the highland of Chiapas, México. Workshop, Conservation of Neotropical Migratory Birds in México, Los Tuxtlas, Veracruz, México, November 5-7, 1993. Maine Agricultural and forest Experiment Station, Miscellaneous Publication 727, October 1995.
- 61- **Gra, H., K. Lockow, A. Vidal, J. Rodríguez, C. Figueroa y M. Echevarría. (1986):** Estudios Dasométricos en *Pinus caribaea* var *caribaea* I. Tablas de Volumen. Instituto de Investigaciones Forestales. Ministerio de la Agricultura. Revista Forestal Baracoa 18(1): 53-64.
- 62- ----- (1987): Estudio de Índices Dasométricos en *P. caribaea*. I. Tablas de Volumen. Revista Forestal Baracoa. Vol. 18(1): 53- 63.
- 63- -----(1989): Estudios Dasométricos en *Pinus caribaea* var *caribaea* II. Coeficiente Mórfico. Revista Forestal Baracoa 19(2): 85-91.
- 64- **Gra, H., A. Vial, J. Rodríguez, M. Echevarría y C. Figueroa (1989):** Estudios Dasométricos en *Pinus caribaea* var *caribaea* III. Determinación del $D_{1.30}$ a partir del diámetro del tocón. Información Express. CIDA. Vol. (9)1.
- 65- **Gra, H., J. Nacimiento, J.M. Montalvo, C. Figueroa, L. Ramos, R. Toledo, R. Ramos, H. Maresma, A. Delgado, J. Zuñiga y J. Orquín. (1991):** Tablas de Volumen, surtidos y densidad de *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba. Boletín Técnico Forestal Dic./91Número Especial. Pag. 3
- 66- **Gra, H., A. Vial, J. Rodríguez, M. Echevarría y C. Figueroa (1992):** Estudios dasométricos en plantaciones de *Pinus caribaea* var *caribaea*. Distribución de frecuencias. Revista Baracoa. Vol. 22(3): 89- 95.
- 67- **Granma, periódico. (30 / 9/ 2000):** Sección Hilo Directo.
- 68- **Hernández, R. (1998):** La vegetación de las unidades metamórficas del Distrito Alturas de Pizarras. Departamento de Biología ISPPR. Inédito.

- 69- **Hernández, D., R. Acosta, A. Ancizar y J. J. Gómez. (1976):** desarrollo de *Pinus caribaea* var *caribaea* plantado a diferentes preparaciones profundas de suelo. Revista Forestal Baracoa. Año 6, (1-2): 14- 22.
- 70- **Hernández, R. (1988):** La vegetación de las unidades metamórficas de las Alturas de Pizarras. Trabajo de curso. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río.
- 71- **Holling, C. S. (1993):** Investing in Research for Sustainability. Ecological Applications. Vol.3(4): 552 –555.
- 72- **Hubbell, S.P. and R. B. Foster. (1992):** Short –term dynamics of a neotropical forest: Why ecological research matters to tropical conservation and management. *Oikos* 63:48-61.
- 73- **Ibarra, R. (1996):** Elaboración de tablas de Volumen y referencia de índice de sitio para plantaciones de *Pinus tropicalis* en la EFI. Minas de Matahambre. Forum de Ciencia y Técnica. 18pp.
- 74- **Kappelle, M. (1996):** Los bosques de roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo. Universidad de Amsterdam/ Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO, San José, Costa Rica.
- 75- **Klepac, D. (1976):** Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autonoma de Chipango. Chipango. México. 365 pp.
- 76- **Lee, K. N. (1993):** Greed, Scale Mismatch, and Learning. Ecological Applications. Vol.3(4):560 – 564.
- 77- **León, Hno. (1946):** Flora de Cuba. I. Const. Ocas. Museo de Historia Natural. La Salle. 8.
- 78- ----- **Hno. Alain. (1951):** Flora de Cuba. II. Const. Ocas. Museo de Historia Natural. La Salle. 10.
- 79- ----- **(1953):** Flora de Cuba. III. Const. Ocas. Museo de Historia Natural. La Salle. 13.
- 80- ----- **(1957):** Flora de Cuba. III. Const. Ocas. Museo de Historia Natural. La Salle. 16.
- 81- **Leyva, A. (2001):** Mesa Redonda Informativa sobre Medio Ambiente y Biodiversidad

- 82- Leyva, B., R. Quert, A. Vidal, J. C. Caballero, J. M. Martínez y R. González. (1990):** Obtención de harina vitamínica para alimento animal a partir del follaje verde de *Pinus caribaea* y *P. tropicalis*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20(1): 21-34.
- 83- López, A. (1987):** Familia *Pinacea*. Plantas vasculares. Flora de la República de Cuba. No 1. La Habana.
- 84- Ludwig, D. (1993).** Environmental Sustainability: Magic, Science, and Religion in Natural Resource Management. Ecological Applications. Vol.3(4): 555- 558.
- 85- Malluex, O. J. (1982):** Inventario en bosques tropicales. Lima. U.N.A. 414 pp
- 86- Manzanares K., M. sosa, J. M. Montalvo y E. Alfonso. (1985):** Lozas de xilocemento fabricadas con *Pinus caribaea*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 15, (1): 45- 65.
- 87- Marrero, L. (1951):** Geografía de Cuba. Editorial Minerva. La Habana: 248pp.
- 88- Mergalef, R. (1995):** Ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 951 pp.
- 89- MINAGRI (1982):** Programa para impulsar el desarrollo forestal. 21 pp.
- 90- ----- (1984):** Suelos de la Provincia de Pinar del Río. Dirección General de Suelos y Fertilizantes. Edición Ciencia y Técnica: 177 pp.
- 91- ----- (1999):** Ley Forestal, su Reglamento y Contravenciones. Servigraf.
- 92- ----- (2000):** Mapa de suelo provincial. Departamento Provincial de Suelo del Ministerio de la Agricultura. Pinar del Río.
- 93- ----- (2001):** Dinámica Forestal. Subdelegación Forestal. Ministerio de la Agricultura. Pinar del Río.
- 94- Mirov, N. T. (1967):** The genus. Ronald. Press New York: 602.
- 95- Mukanda, W et al (1998):** Los bosques tropicales en el Protocolo de Kyoto. Actualidad Forestal Tropical. Vol. 6(4) : 5
- 96-Novo, R. y M. Luis (1989):** Bioclima de Pinar del Río. Centro de Documentación. ISPPR. 54 pp.
- 97-Novo, R. et al (inédito):** Estudio Físico geográfico de las Alturas de Pizarras. Centro de Documentación. ISPPR. 32 pp.
- 98-Nuñez Jiménez, A. (1959):** Geografía de Cuba. Editora Libre. La Habana: 548.
- 99- Odun, E. (1989):** Ecología. 3^{ra} edición. Editorial Revolución. 369 pp.

- 100- Padilla, G. (1998):** Índice de sitios para plantaciones de *Pinus tropicalis* en Pinar del Río. Segundo Congreso Forestal. La Habana. 14 pp.
- 101- ----- (1999):** Tablas de producción para plantaciones de *Pinus tropicalis* en la provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saís Montes de Oca.
- 102- Parde, J. y J. Bouchon. (1994):** 2da Reimpresión, Versión Española. Dasometría. Editorial Paraninfo. Madrid.
- 103- PCC. (1997):** Proyecto de resoluciones V Congreso del Partido Comunista de Cuba. Editora Política. La Habana. 6pp.
- 104- Peña, A. y E. Castillo. (1981):** Estudio sobre secado artificial de conos de la especie *Pinus caribaea* var. *Caribaea*. Revista Forestal Baracoa. Vol. 11(1): 5-14.
- 105- Peñalver, A. (1991):** estudio de crecimiento y rendimiento de plantaciones de *Eucalyptus* spv. De la Provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saís Montes de Oca.
- 106- Pérez, M. H., A. González, A. B. Fernández, J. C. Fernández y P. Echevarría. (1990):** Estudios de descendencias de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en la localidad de Marbajita. Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20(2): 43- 56.
- 107- Pérez, M. H. Y J. J. Blanco. (1990):** Manejo integrado de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la producción de madera de grandes dimensiones. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20(2): 57- 62.
- 108- Piedra, E. (1977):** Los Pinos del Mundo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapimgo. México.
- 109- Quert, R y F. Gilabert (1990):** Influencia de la época de recolección de follaje de coníferas en la obtención de aceites esenciales. Informe Final de proyecto. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 13 pp.
- 110- Quert, R, J. M. Martínez J. C. García y F. Gilabert (1993):** Informe de las condiciones de tiempo de almacenamiento del follaje del *Pinus caribaea* y el P.

- tropicalis en el rendimiento de aceite esencial. Informe Técnico. Instituto de Investigaciones Forestales. 9 pp.
- 111- Renda, A (2001):** Mesa Redonda informativa sobre Medio Ambiente y Biodiversidad.
- 112-Ricardo, N. et al (1992):** Synantropic Flora of Cuba. Fort genera 42: 367-430 pp.
- 113- Riog, J. T. (1988):** Diccionario Botánico de nombres vulgares Cubanos. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana. 1142 pp.
- 114- Salwasser H. (1993).** Sustainability needs more than better science. Ecological Applications Vol. 3 (4): 587- 589
- 115- Samek, V. E, Del Risco (1989).** Los pinares de la provincia de Pinar del Río. Cuba. Estudio sinecológico. Editora Academia. La Habana: 59 pp.
- 116- ----- (1967):** Elementos de silvicultura de los bosques de pinares. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 69 pp.
- 117- ----- (1976):** Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 291 pp.
- 118- ----- (1973):** Regiones Fitogeográficas de Cuba. ACC. Series Forestales 15: 1- 63.
- 119- Shannon, C. E, y W. Weaver (1963):** The mathematical theory of comities. University of Illinois Press. Urbana.
- 120- Urquiola, A. (2000):** Endemismo en Alturas de Pizarras. (comun. pers.)
- 121- Vales, M. A. (1996):** Biodiversidad. Curso de Postgrado impartido en la Maestría de Ecología y Sistemática Aplicada. Pinar del Río.
- 122- Varona, J. C. 1982):** Fomento de Plantaciones de Pino. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- 123- Vidal, A. et al (1992):** Tablas de Volumen de follaje para *Pinus caribaea* var. *Caribaea* y *Pinus tropicalis*. Revista Baracoa. Vol. 22(1). CIDA. Ciudad de la Habana: 13-20.
- 124- Vidal, A. (1995):** Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copas de coníferas de la provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saís Montes de Oca.

- 125- Wiebel, L. (1943):** Place names as an Aid in the reconstruction of regional vegetation of Cuba. Geograp. Rev. 33 : 376-396.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ANEXO NO 1.

DESCRIPCIÓN DE SITIOS EVALUADOS

MCPIO.	SITIO	EST. ALBOREO	EST. ARBUSTIVO	EST. HERBACEO	OBSERVACIONES
VIÑALES	El 18	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Mediana densidad	Especies acidifolias Mediana densidad	Predominio de <i>S. stipiodes</i> Muy denso	Topografía ondulada en caracol, bosques de galerías muy densos y diversos. Suelos de Ferralíticos cuarcíticos amarillos lixiviados típicos a poco evolucionados. Pertenece a las Pizarras del Sur, se extiende desde el Km 14 de la carretera a Viñales hasta los Jazmines de <u>S</u> a <u>N</u> , y desde Los Cayos hasta El Albino de <u>W</u> a <u>E</u> . En la actualidad ha sido transformado en plantaciones de P.c. en más del 70 %.
	Las Breas	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Mediana densidad	Especies acidifolias Mediana densidad	Estrato herbáceo ralo	Topografía colinosa en caracol, bosques de galerías muy densos y diversos. Suelos de Ferralíticos cuarcíticos amarillos lixiviados típicos a poco evolucionados. Pertenece a las Pizarras del Sur. Se extiende desde el <u>N</u> de Pilotos hasta El Albino de <u>S</u> a <u>N</u> y desde el 14 hasta Gavilanes (San Andrés). El proceso de transformación en plantaciones de P.c. es más reciente y se encuentra en un 50 % aproximadamente.
	El Cuajani	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad de media a alta	Especies acidifolias Mediana densidad	Estrato herbáceo ralo	Topografía colinosa con parte agua de <u>E</u> a <u>W</u> y vertientes hacia el <u>S</u> y el <u>N</u> . Suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado y en menor escala poco evolucionado. Pertenece a las Pizarras del Sur. Se extiende desde el <u>N</u> de Los Jazmines hasta la parte sur de El Moncada de <u>E</u> a <u>W</u> y entre la carretera Viñales- Pons y los Jazmines y El Moncada e Isabel María de <u>N</u> a <u>S</u> . En la porción este esta alterado por talas clandestinas, aunque conserva la estructura del bosque natural. En la porción occidental ha sido transformada en plantaciones, quedando algunos cayos por la parte de Isabel María

VIÑALES (continuación)	Ancón	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad de media a alta	Alta densidad pero poca diversidad	Estrato ralo	Topografía montañosa, con figuración en caracol, con parte agua central de <u>E</u> a <u>W</u> , imbricado con los mogotes, suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojiza lixiviado erosionado. Comprende el centro de las Pizarras con vertientes al <u>S</u> y al <u>N</u> y se extiende en todas las elevaciones pizarrosas que bordean al valle Ancón, posee bosques de galerías con invasión del <i>Sisigium jambos</i> . Ha sido transformado en alto grado, quedando áreas naturales en las zonas más intrincadas y distantes.
LA PALMA	Galalon (en esta localidad no fue posible establecer parcelas)	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad media	Muy denso	Mediana densidad	Topografía montañosa con grandes pendientes, suelo Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado concrecionario y muy erosionado. Se extiende desde la Güira al <u>E</u> hasta el límite de la montaña al <u>S</u> , Cajalbana al <u>N</u> y Juan Manuel al <u>W</u> . Zona transformada en más del 80% en plantaciones de P. c y algunas latifolias
	Juan Manuel	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Dend. media	Muy denso	Mediana densidad	Topografía montañosa, con parte agua central de <u>E</u> a <u>W</u> , suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado Se extiende al <u>S</u> con la llanura, al <u>W</u> hasta las Breas, al <u>N</u> con la Jagua y al <u>E</u> con Galalon. Transformada en plantaciones de P. c en más del 90 %.
	La Jagua	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad de media a alta	Mediana densidad y diversidad	Abundante, predominio de <i>S. stipoides</i>	Topografía colinosa con grandes pendientes, formas de caracol, suelo Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, muy erosionado. Se ubica en las Pizarras del Norte. Se extiende a todo lo largo de la vertiente <u>N</u> de la cordillera desde Mina de La Constancia hasta cerca del poblado de La Palma. Ha sido fuertemente transformado en plantaciones de P. c, quedando pequeños reductos en zonas de difícil acceso.
PINAR DEL RIO	El Cerro	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad de media a alta	Mediana densidad y diversidad	Abundante, predominio de <i>S. stipoides</i>	Topografía montañosa con pendientes en caracol, suelo Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado muy erosionado, pertenece a las Pizarras del Sur y se extiende desde el <u>W</u> de la ciudad de Pinar del Rio, al <u>N</u> de San Juan y Martínez hasta el Cerro de Cabras. Zona transformada en casi su totalidad por plantaciones de P. c, quedando pequeños cayos de propiedad particular.

<p>PINAR DEL RIO (continuación)</p>	<p>La Baritina</p>	<p><i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad media</p>	<p>Muy denso</p>	<p>Mediana densidad</p>	<p>Topografía montañosa con parte agua central con orientación <u>N-S</u> y ramificaciones al <u>E</u> y el <u>W</u>. Suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado concrecionario y muy erosionado. Se extiende desde el Cerro de Cabras hasta Sumidero de <u>E</u> a <u>W</u>, y desde el límite de San Simón a Isabel María de <u>S</u> a <u>N</u>. Ha sido transformado en plantaciones de P c en más del 70 %, quedando áreas naturales en los límites con San Simón, aunque afectadas recientemente por un fuego de grandes proporciones.</p>
<p>MINAS</p>	<p>Cantajorra</p>	<p><i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Densidad media</p>	<p>Pendientes <u>N</u>: muy denso Pendientes <u>S</u>: ralo</p>	<p>Pendientes <u>N</u>: ralo Pendientes <u>S</u>: muy denso</p>	<p>Topografía montañosa con parte agua en dirección de <u>NE</u> a <u>SW</u> y ramificaciones en forma de caracol, vertientes <u>N</u> con abundante vegetación y diversidad, vertientes <u>S</u> muy pobres y con predominio de Pajón. Suelo Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado concrecionario. Se extiende desde la EFI hacia el <u>S</u> hasta el límite con Gramales, hacia el <u>W</u> limita con Baja y al <u>E</u> con Malas Aguas, Ha sido transformado en más del 80 % en plantaciones de P. c restando Islas diseminadas en la zona.</p>
	<p>Mina el Mono</p>	<p><i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media</p>	<p>Mediana densidad</p>	<p>Abundante predominio de <i>S. stipoides</i></p>	<p>Topografía colinosa, con pendientes medias y en forma de caracol, suelo ferralítico cuarcítico amarillo concrecionario erosionado. Se extiende al <u>N</u> del pueblo de Las Minas, al <u>E</u> de la carretera a Santa Lucia, y limita con Malas Aguas al <u>SE</u>. Muy transformado presentando pequeños cayos aislados de difícil accesibilidad.</p>
	<p>Baja</p>	<p><i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media</p>	<p>Mediana densidad</p>	<p>Abundante predominio de <i>S. stipoides</i></p>	<p>Topografía colinosa baja con largas mesetas y pendientes suaves, suelo ferralítico rojo concrecionario muy erosionado. Se extiende por la carretera de Santa Lucia a Macurijes de <u>E</u> a <u>W</u> y por el <u>S</u> hasta los límites de la EFI Macurijes por la Manaja y Río Frío. Area transformada en un 50%, con algunas plantaciones de P. t, aunque predominan las de P. c, es la zona mejor conservada.</p>

MINAS (continuación)	Gramales	<i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media	Muy denso en laderas <u>N</u> y ralo en laderas <u>S</u>	Ralo en lade- ras <u>N</u> y denso en laderas <u>S</u> , con predomi- nio de <i>S. stipoides</i>	Topografía colinosa con pendientes moderadas. Suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado erosionado. Limita al <u>N</u> con Cantajorra. Al <u>S</u> con Valles intramontanos y Sumidero, al <u>E</u> con sierras de Mogotes y al <u>W</u> con Bajas. Transformado al 50 % por plantaciones de <i>P. c</i> y algunas de <i>P. t</i> .
GUANE	La Manaja, 20 de Mayo, Río Frío y Mina Dora.	<i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media	Muy denso en laderas <u>N</u> y ralo en laderas <u>S</u>	Ralo en lade- ras <u>N</u> y denso en laderas <u>S</u> , con predomi- nio de <i>S. stipoides</i>	Topografía de colinosa a ligeramente ondulada, suelo Ferralítico cuarcítico amarillo concrecionario y erosionado. Se extiende por el <u>N</u> hasta Baja y Bartolo, al <u>S</u> y al <u>W</u> hasta la Llanura y por el <u>E</u> con el Río Cuyaguaje. Muy transformado, quedando pequeños cayos aislados.
	Sábalo	<i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media	Muy denso en laderas <u>N</u> y ralo en laderas <u>S</u>	Ralo en lade- ras <u>N</u> y denso en laderas <u>S</u> , con predomi- nio de <i>S. stipoides</i>	Topografía colinosa, pendientes moderadas hacia el <u>N</u> y el <u>S</u> a partir de parte agua central de <u>E</u> a <u>W</u> . Suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado concrecionario y muy erosionado. Se extiende al <u>W</u> con el pueblo de Guane, al <u>N</u> con Punta de la Sierra y Caliente, al <u>E</u> San Simón y al <u>S</u> con la Llanura. Muy transformado por plantaciones de <i>P. c</i> .
MANTUA	Bartolo, Cabeza de Oracio, Macurijes	<i>P. tropicalis</i> (<i>Q. oleoides</i> muy aislados) Densidad media	Mediana densidad	Ralo en lade- ras <u>N</u> y denso en laderas <u>S</u> , con predomi- nio de <i>S. stipoides</i>	Topografía ondulada, pendiente suaves. Suelos Ferralíticos rojos concrecionario erosionado. Limita al <u>W</u> y al <u>N</u> con la vegetación de sabana costera, al <u>S</u> con La Manaja y al <u>E</u> con Baja. Transformado en más del 90 %, por plantaciones de <i>P. c</i> y algunas de <i>P. t</i> .
SAN JUAN Y MARTINEZ	San Simón	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Q. oleoides</i> Dens media	Muy denso en laderas <u>N</u> y ralo en laderas <u>S</u>	Ralo en lade- ras <u>N</u> y denso en laderas <u>S</u> , con predomi- nio de <i>S. stipoides</i>	Topografía montañosa, parte agua central de <u>E</u> a <u>W</u> con fuertes pendientes. Suelo Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado muy antropizado y erosionado, presencia de rocas metamórficas en las alturas. Transformado en un 70 %, sufrió un fuerte incendio que afecto grandes áreas. Limita al <u>S</u> y al <u>E</u> con la Llanura, al <u>N</u> con el Cerro y la Baritina, al <u>W</u> con Sábalo.

ANEXO No.2: Factores predictores.

Parc.	CAL	ALT	EDA	RES	PRO	ERO	GRA	TEX	EXP	PEN	DAP	NAR	COM.	REG	RIQ	BIO	TXS	TXL	LXS	LXL	HRS	HRL
1	2	14.234	29	18	0.15	0.75	50	3	3	5	16	1140	2	6	16	1.77	23.0	26.9	319.7	1312.8	77.36	82.23
2	2	14.234	31	16	0.25	0.75	50	3	8	7	17.5	1200	2	2	23	2.1	23	26.9	319.7	1312.8	77.36	82.23
3	1	16.112	26	44	0.75	0.25	23	5	8	20	15.9	1667	1	6	23	2.61	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
4	3	12.004	36	32	0.30	1.25	80	1	3	45	17	820	1	10	8	0.83	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
5	4	10.49	38	68	0.15	0.75	20	3	1	25	13.6	1120	1	2	16	1.42	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
6	4	10.49	38	0	0.35	1.25	78	1	16	25	15.4	720	2	10	27	1.22	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
7	5	8.722	35	17	0.20	1.25	83	1	2	23	8.5	1320	2	6	13	1.33	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
8	5	8.722	40	43	0.15	0.75	66	3	1	6	13.2	580	2	2	18	2.48	22.9	26.9	333.6	1309.2	77.8	82.6
9	5	8.722	38	53	0.17	0.75	45	3	3	20	13.8	1080	2	2	19	2.33	22.9	26.9	333.6	1309.2	77.8	82.6
10	2	14.234	39	13	0.15	0.75	20	5	10	12	21.3	493	2	2	17	2.7	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
11	3	12.004	39	53	0.10	1.25	48	1	10	8	13.5	500	1	10	8	1.84	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
12	2	14.234	39	72	0.45	1.25	77	1	10	19	14.8	340	2	6	13	2.67	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
13	2	14.234	39	93	0.65	0.25	30	5	10	35	18.3	483	2	6	11	1.96	23.1	26.9	287.8	1324.5	76.5	81.85
14	4	10.49	35	0	0.30	1.25	83	1	3	5	14.1	969	2	10	14	1.95	22.9	26.9	303.9	1330.2	76.5	82.2
15	1	16.112	49	73	0.80	0.25	48	5	9	32	21.1	376	2	2	14	2.2	22.9	26.9	303.9	1330.2	76.5	82.2
16	2	14.234	52	22	0.55	0.75	89	1	24	12	17.3	1700	1	2	11	0.98	22.9	26.9	303.9	1330.2	76.5	82.2
17	5	8.722	55	13	0.15	1.25	79	1	24	12	14.5	1060	2	6	12	1.01	22.9	26.9	303.9	1330.2	76.5	82.2
18	5	8.722	50	6	0.19	1.25	75	1	9	28	12.3	870	1	6	17	0.93	22.9	26.9	303.9	1330.2	76.5	82.2
19	4	10.49	35	43	0.25	1.25	92	1	24	6	9.2	1320	1	6	33	0.98	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
20	4	10.49	36	68	0.20	1.25	81	1	9	13	11.3	1080	1	10	23	2.93	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
21	3	12.004	35	50	0.15	1.25	78	1	24	11	10.4	1800	1	2	18	1.73	23.3	26.8	292	1319.3	76.5	81.5
22	5	8.722	40	0	0.45	0.75	63	5	9	5	14.8	540	1	6	11	1.27	22.8	26.3	450.7	1100.1	75.1	83.4
23	5	8.722	40	0	0.40	0.75	58	5	24	6	10.9	1080	1	10	15	1.39	22.8	26.3	450.7	1100.1	75.1	83.4
24	4	10.49	15	12	0.30	1.25	91	1	5	12	7.8	384	2	6	15	2.43	22.9	26.9	363.2	1288.1	79.1	83
25	3	12.004	16	47	0.50	0.75	94	1	5	30	8.5	1340	2	6	10	1.05	22.9	26.9	363.2	1288.1	79.1	83
26	2	14.234	39	68	0.50	0.75	88	1	1	25	12	820	2	6	12	1.07	22.9	26.9	363.2	1288.1	79.1	83
27	2	14.234	33	38	0.40	0.75	98	5	5	35	12.5	810	2	10	28	2.67	23.1	26.9	327.6	1303.7	77.8	82.25
28	1	16.112	35	63	0.75	0.25	32	5	8	40	17	1340	2	2	19	2.25	23.1	26.9	327.6	1303.7	77.8	82.25
29	5	8.722	38	17	0.15	1.25	98	1	3	8	9.2	1020	1	6	10	0.81	23.1	26.9	327.6	1303.7	77.8	82.25
30	3	12.004	35	0	0.25	1.25	93	1	3	8	11.3	1920	2	6	15	1.98	23.1	26.9	327.6	1303.7	77.8	82.25
31	5	8.722	38	72	0.10	1.25	76	1	5	6	8.5	840	1	2	13	1.44	23.5	27.1	291.7	1180.9	81.33	83.3

32	3	12.004	32	46	0.55	0.75	49	3	3	19	12.5	1200	1	10	13	0.99	23.5	27.1	291.7	1180.9	81.33	83.3
33	3	12.004	35	43	0.35	0.75	52	5	15	25	11.4	1200	1	10	14	0.82	22.9	26.8	270.6	970.8	79.5	82.3
34	5	8.722	37	72	0.15	1.25	52	3	3	22	9.2	1720	1	6	10	0.82	22.9	26.8	270.6	970.8	79.5	82.3
35	3	12.004	31	58	0.25	1.25	66	3	8	27	13.5	800	2	2	19	1.78	23.2	27	281.2	1075.9	80.4	82.8
36	3	12.004	40	22	0.30	1.25	68	5	3	31	11.2	1100	1	2	16	1.85	23.2	27	281.2	1075.9	80.4	82.8
37	5	8.722	50	0	0.35	0.75	65	5	15	17	13	940	1	6	19	2.02	22.8	26.6	360.7	1088	77.75	82.85
38	3	12.004	45	12	0.55	0.75	66	5	24	6	14.5	860	1	6	9	1.32	22.8	26.6	360.7	1088	77.75	82.85

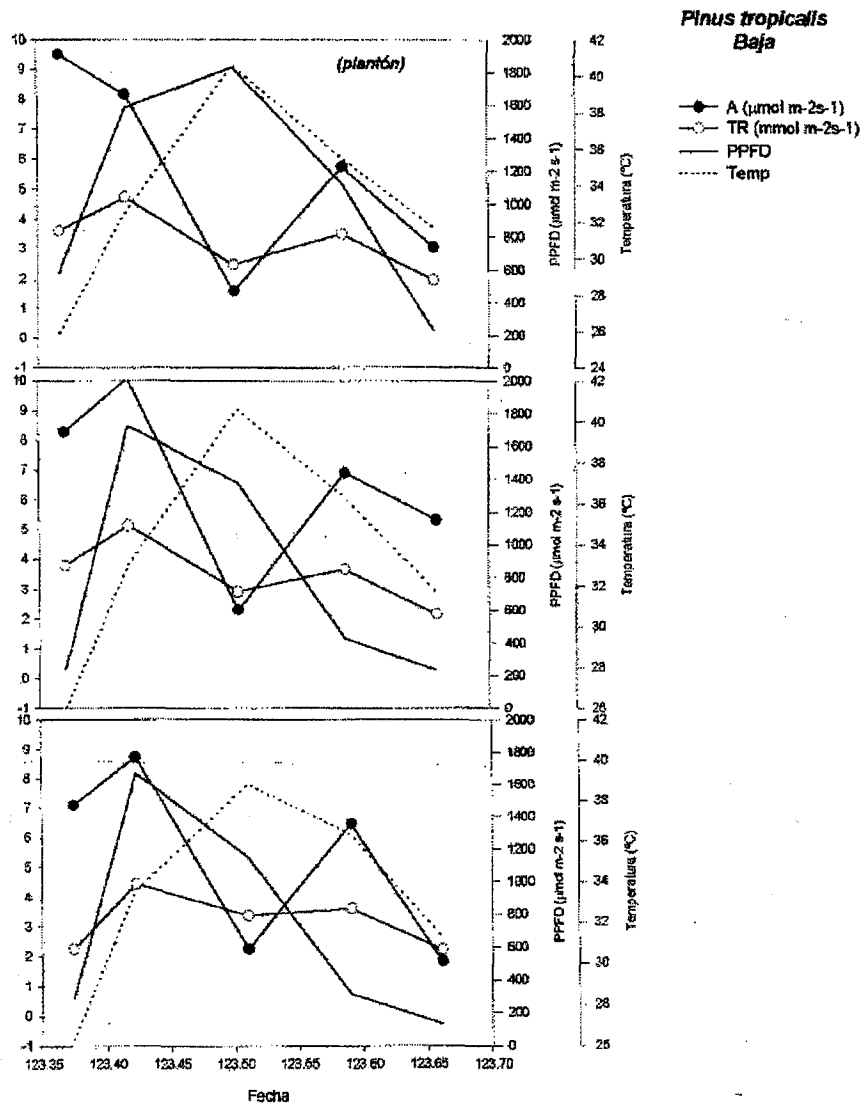
Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

Anexo No. 3: Comportamiento fisiográfico de *P. tropicalis* en la Jagua, municipio la Palma y en Baja, municipio Minas

I

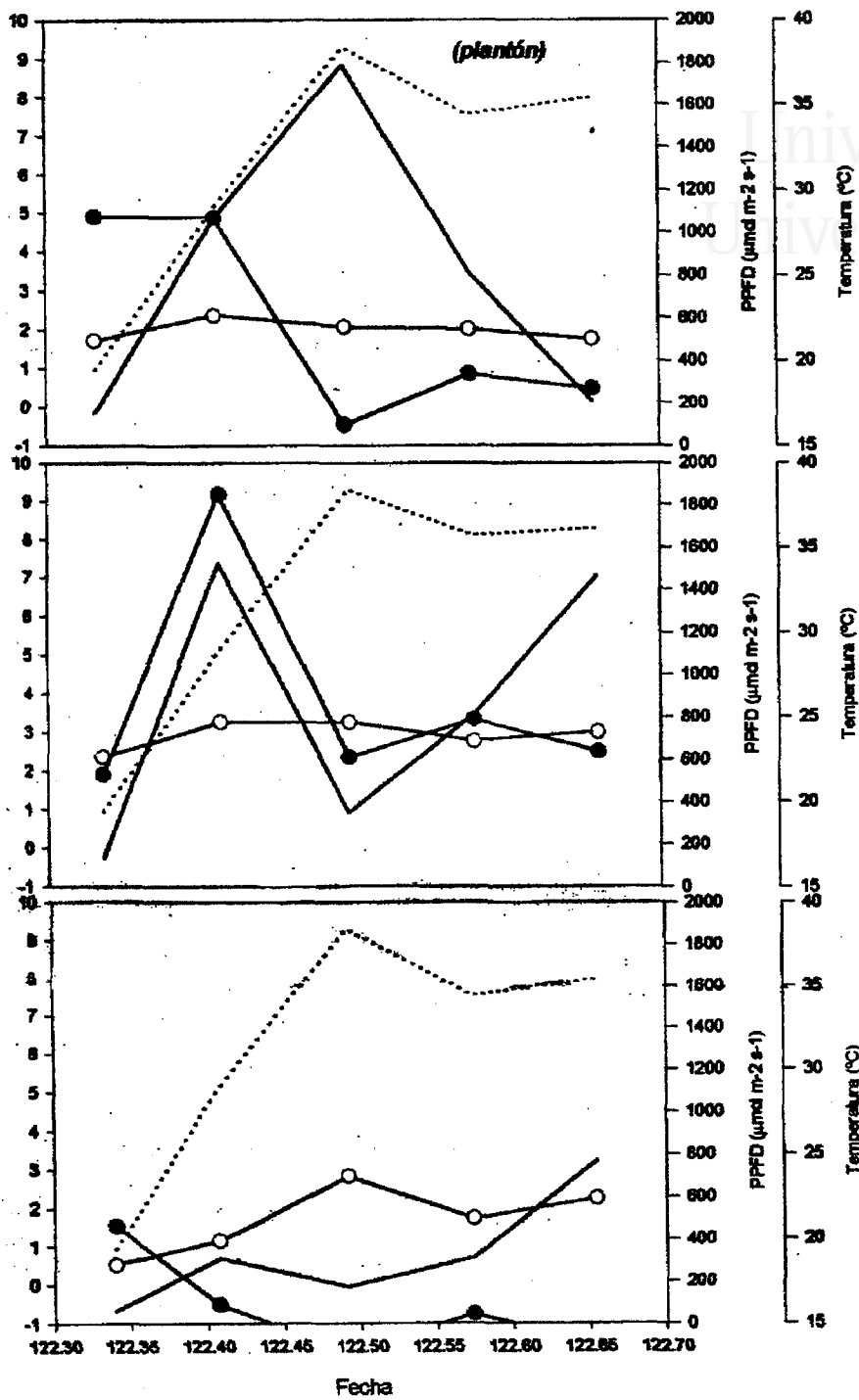
Anexo No. 3: Comportamiento fisiográfico de *P. tropicalis* en la Jagua, municipio la Palma y en Baja, municipio Minas

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

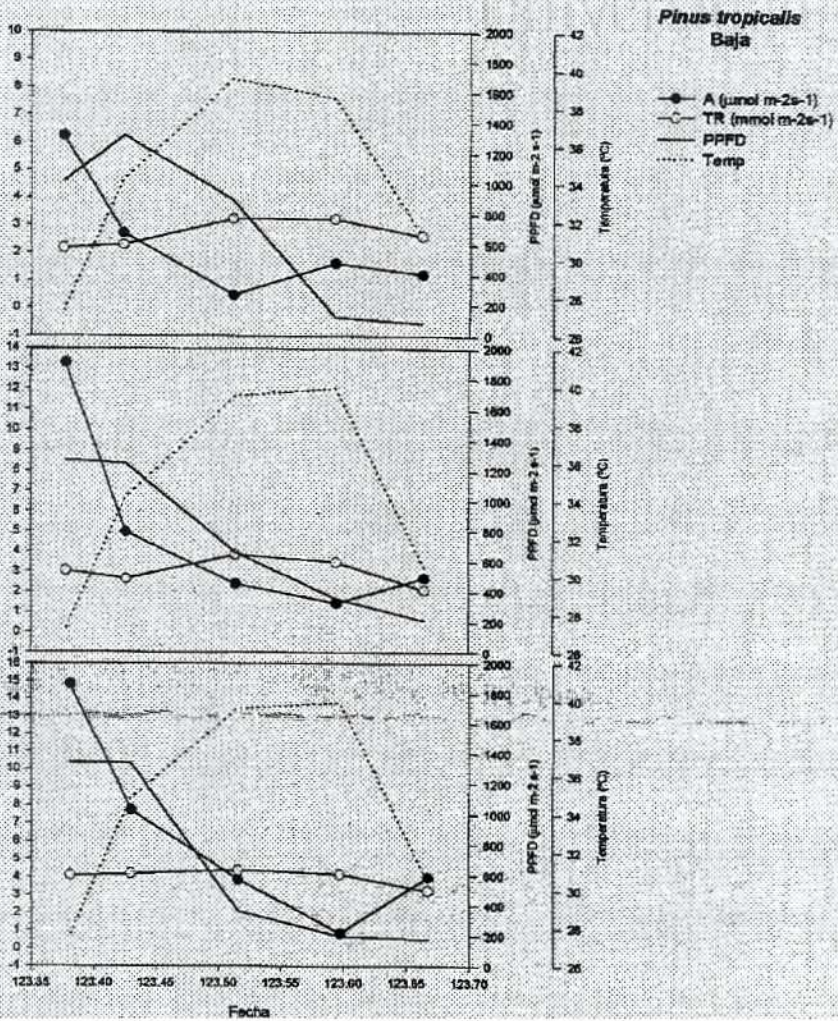


Anexo No. 3: Comportamiento fisiográfico de *P. tropicalis* en la Jagua, municipio la Palma y en Baja, municipio Minas

***Pinus tropicalis*
Jaugua**



Anexo No. 3: Comportamiento fisiográfico de *P. tropicalis* en la Jagua, municipio la Palma y en Baja, municipio Minas



Anexo No. 3: Comportamiento fisiográfico de *P. tropicalis* en la Jagua, municipio la Palma y en Baja, municipio Minas IV

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

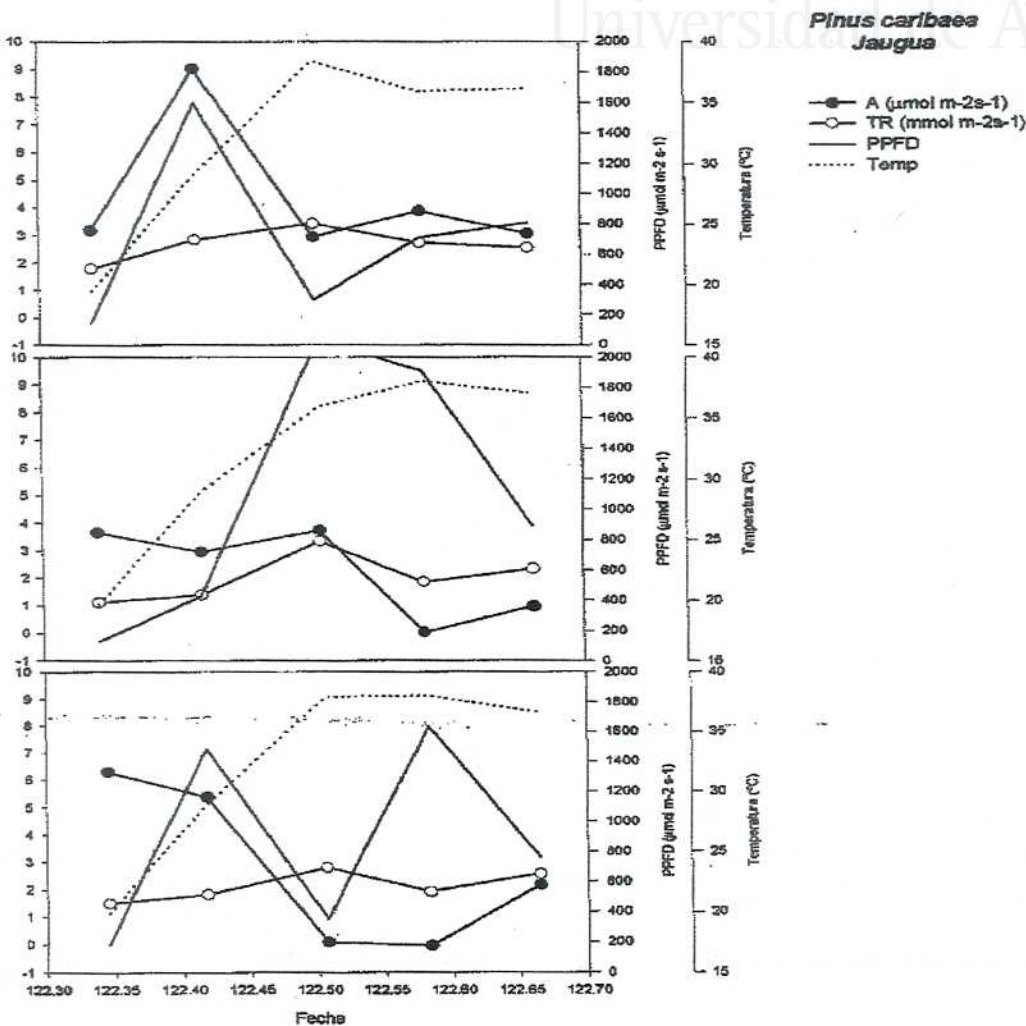


GRAFICO No 1: Relación temperatura humedad relativa a nivel del suelo en las localidades de la Jagua y Baja.

GRAFICO No. 1.1: Relación T/Hr. La Jagua

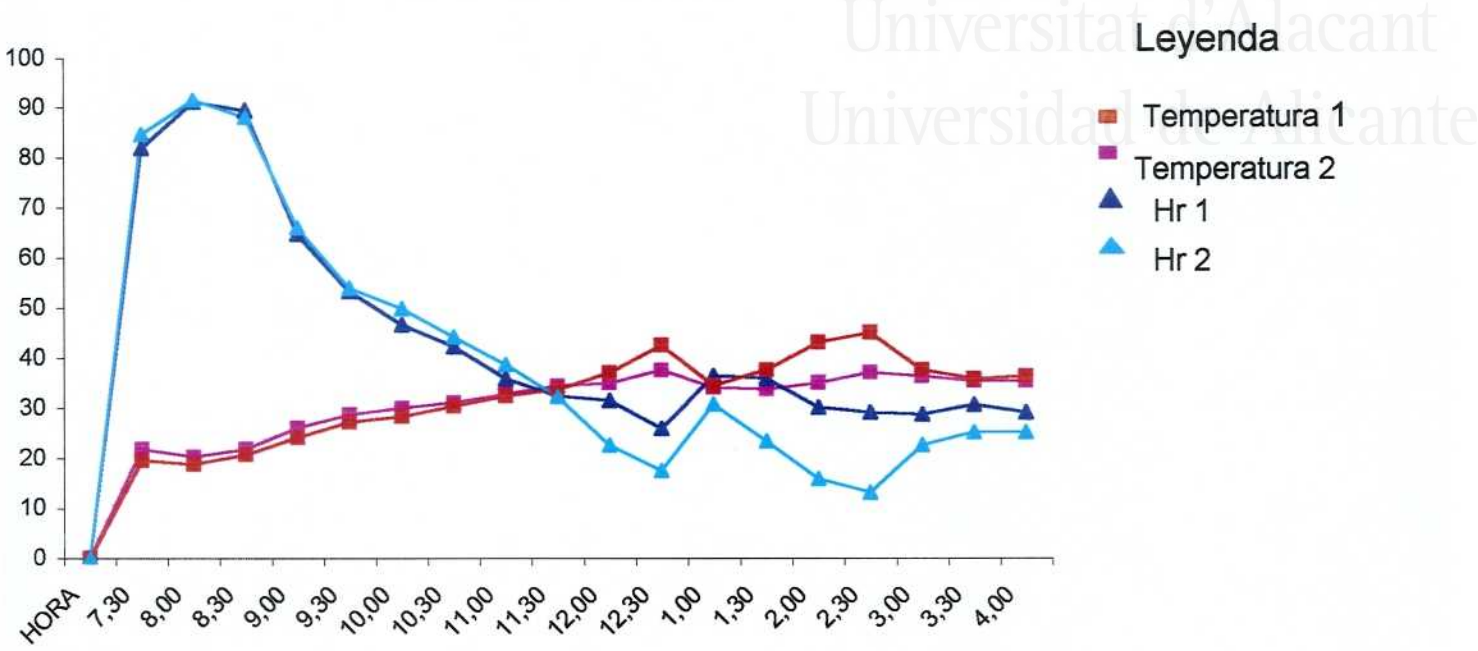
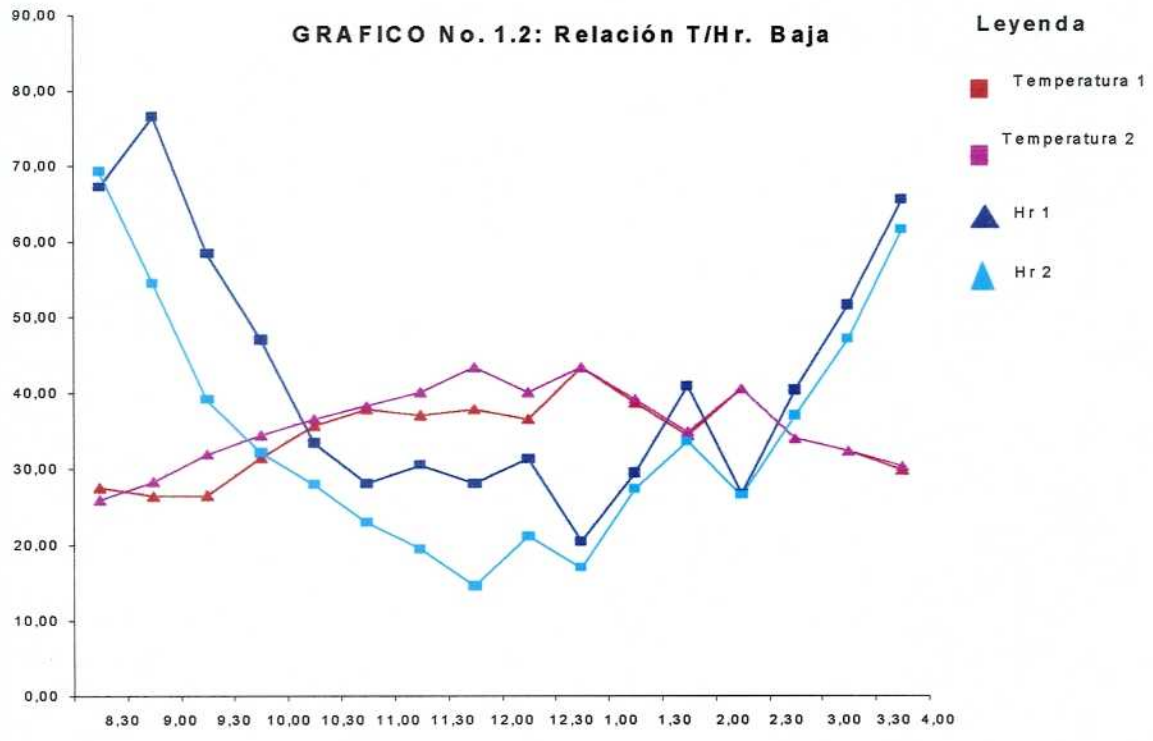
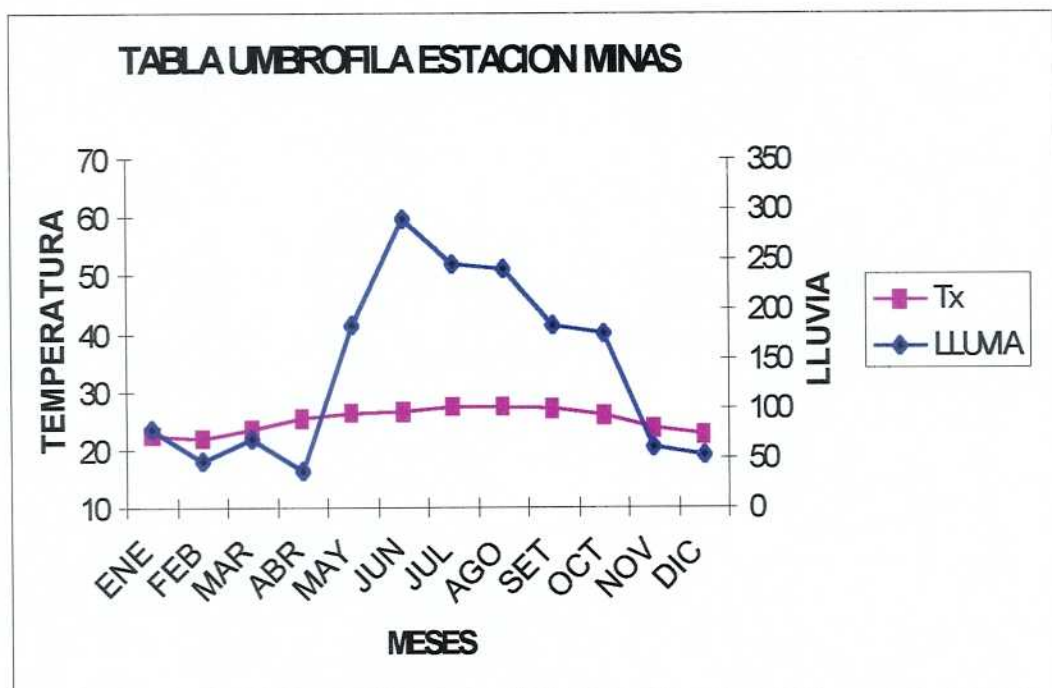


GRAFICO No. 1.2: Relación T/Hr. Baja



Anexo No. 4 : Tablas Umbrofilas de las diferentes estaciones meteorológicas empleadas





Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

TABLA UMBROFILA ESTACION SAN JUAN

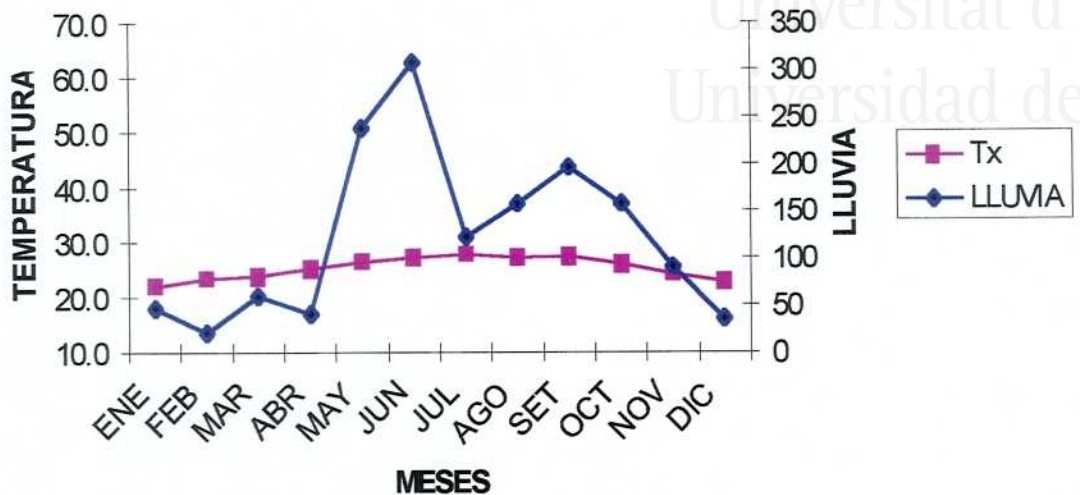
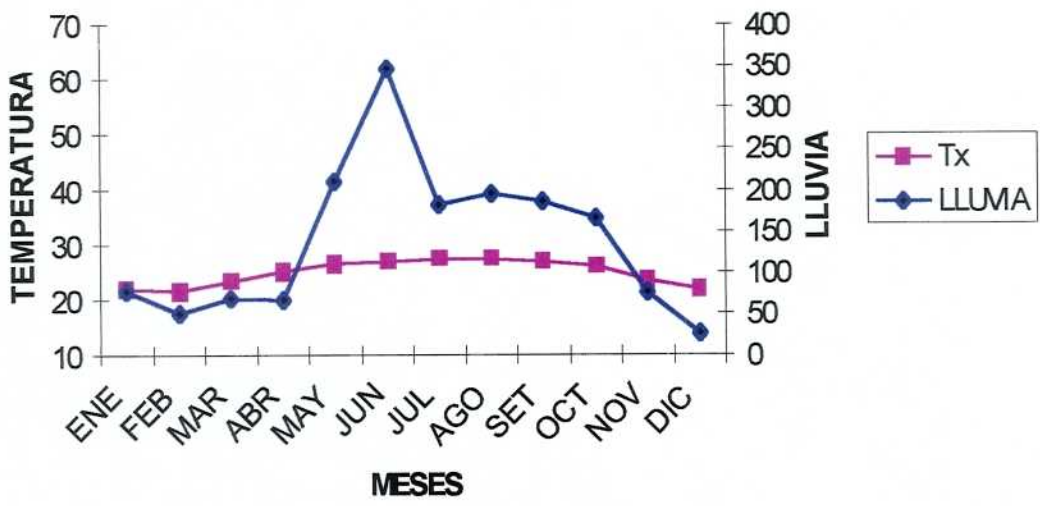
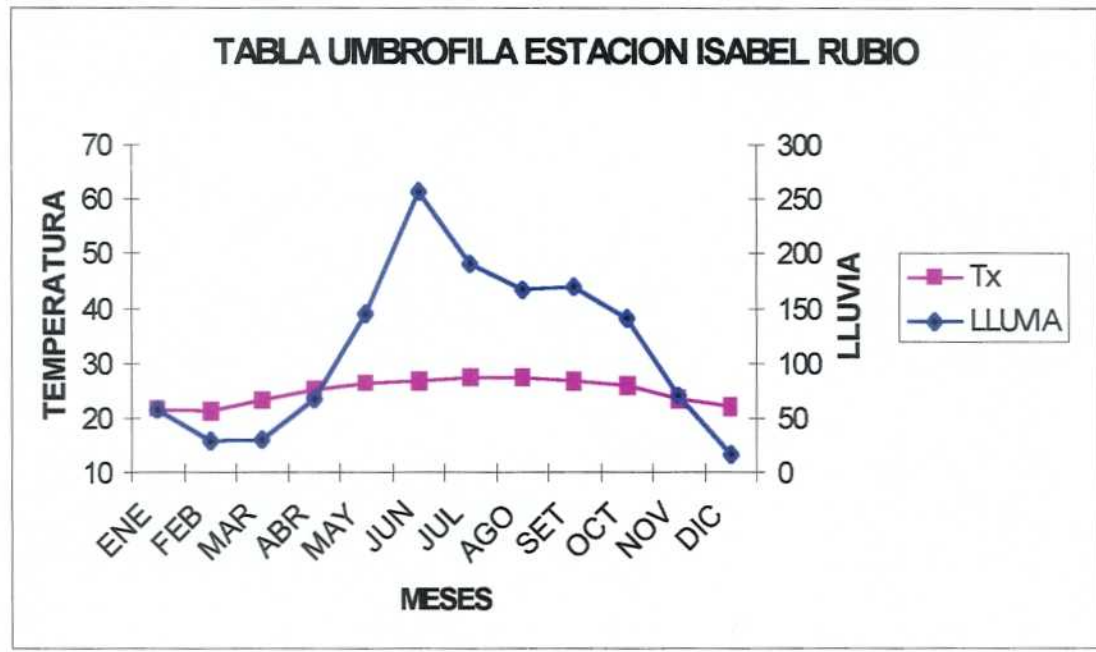
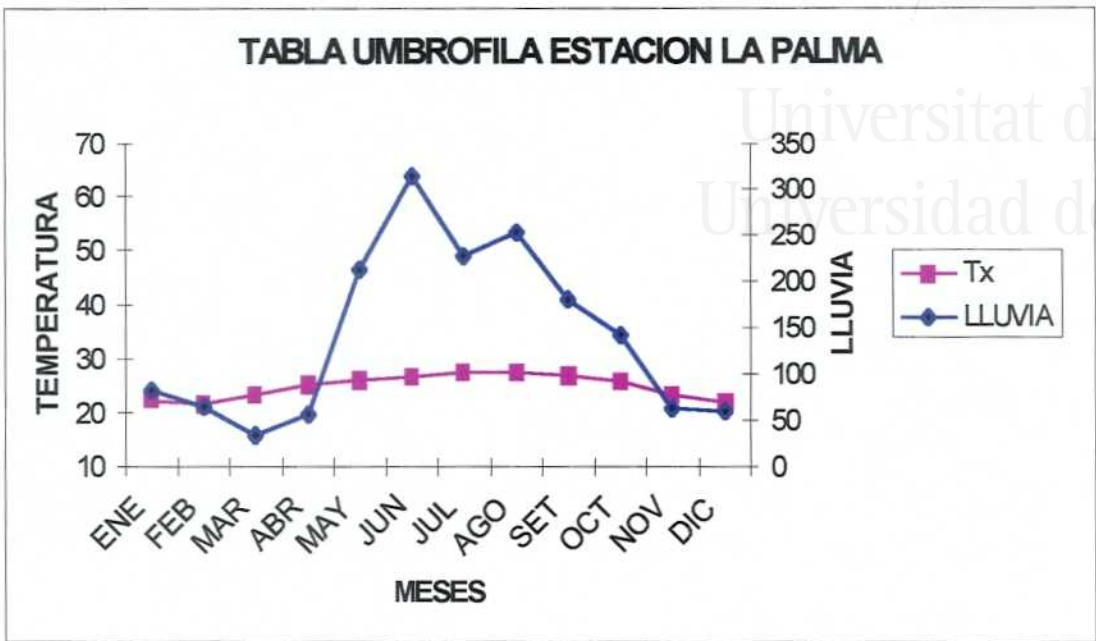


TABLA UMBROFILA ESTACION PINAR DEL RIO





Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante





Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

