

## **CARACTERÍSTICAS Y SILVICULTURA DE PINUS TROPICALIS MORELET**

**Autores: Marta Bonilla Vichot, German Padilla Torres y Andres E. Ares Rojas**

**Email: mbon@af.upr.edu.cu.**

### **Resumen**

Los recursos genéticos constituyen los componentes de la diversidad genética del bosque que se encuentra en uso actual y potencial, ya sea para producción o mantener el bosque como un sistema en funcionamiento, la conservación de los recursos genéticos es absolutamente fundamental para el éxito a largo plazo de todas las formas de conservación de la biodiversidad (Riggs,1990). También resulta esencial para la ordenación sostenible *in situ* de los recursos genéticos forestales FAO citado por Ares, 2000. La especie *Pinus tropicalis* es una especie endémica por lo que constituye un importante recurso genético, además de los múltiples usos de la madera y de otros productos que se pueden obtener de diferentes partes de la planta, pero su propagación se ve limitada por la baja germinación, siendo necesaria la búsqueda de soluciones que garanticen la perpetuidad de la especie.

En la presente monografía se destacan aspectos dendrológicos de la especie *Pinus tropicalis*, condiciones de hábitat y los principales tratamientos silviculturales a aplicar, se han recopilado diferentes informaciones relacionada con la especie, así como de investigaciones realizadas por los autores.

### **INDICE**

- 1. Características del género *Pinus***
- 2. Ecología de la especie**
  - 2.1. Descripción de la especie**
- 3. Plagas y enfermedades**
- 4. Importancia de la especie**
- 5. Producción de plantas en vivero**
- 6. Tratamiento silviculturales**
- 7. Tablas de volumen**
- 8. Índice de sitio**
- 9. Tabla de densidad**
- 10. Conservación de la especie**
- 6. Literatura citada**
- 7. Anexos**

## **Introducción**

En los planes de reforestación del país, las especies del género *Pinus* tienen una gran aceptación. Entre sus ventajas se destacan su capacidad para desarrollarse en suelos de baja fertilidad, presentar crecimiento relativamente rápido y la fácil aplicación de los tratamientos silviculturales. Actualmente el total de la superficie cubierta de bosque en la provincia de Pinar del Río es de 34 2294, 62 ha y de ellas 42 268, 3 corresponden a pinares y 6 299, 60 a *Pinus tropicalis*, especie endémica que ocupa los suelos más secos y pobres de la provincia y que por su importancia económica y florística constituye el objeto de estudio del presente artículo.

### **1. Características del género *Pinus***

El género *Pinus*, con más de 100 especies ampliamente reconocidas, es el más amplio dentro de las coníferas (Price *et al.*, 1998; Farjon, 2001) citados por Gernandt *et al* 2005. Está formado por plantas leñosas de hojas aciculares y frutos en forma de conos o estróbilos. La semilla de los pinos tienen una estructura particular que consiste en una combinación de generaciones: esporofítica la cubierta seminal (y resto de la nucela) y el embrión de una generación gametofítica (Raven *et al*, 1992). El gametofito proporciona reservas y actúa como tejido nutritivo o alimenticio. El embrión consiste en un eje radícula – hipocótilo, con la cofia de la raíz y meristemo apical en un polo, algunos cotiledones u hojas seminales (generalmente 8) en el polo opuesto y se encuentra en la cavidad cónica epicotílica dentro del tejido del gametofito llamado endospermo. El tegumento tiene tres capas la central se endurece y actúa como cubierta seminal (Raven *et al*, 1992). El endospermo de los pinos es rico en grasas, granos de aleurona que aparecen durante la maduración de las semillas y a medida que aumenta la deshidratación actúa como material de reserva (Strasburger *et al*, 1981).

Los pinos son ecológicamente importantes, como componente dominante en los bosques boreales, subalpinos, templados y tropicales (Richardson y Rundel, 1998). La distribución natural del género se confina al Hemisferio Norte excepto una población de *P. merkusii* localizada justo al sur del Ecuador en Sumatra (Mirov, 1967).

Desde el punto de vista morfológico los pinos presentan una gran variedad, tanto en altura como en diámetro. Cuando las circunstancias extremas lo exigen pueden sobrevivir con un sistema superficial de raíces, aunque en general la zona radicular se extiende hasta 50 ó 60 cm de profundidad.

Los pinos poseen un sistema muy bien desarrollado de producción de resina que los hace muy resistentes a la infección y a los daños físicos. La estructura de la corteza es compleja y varía en composición en función de las sucesivas etapas de desarrollo del tronco.

La asociación simbiótica con hongos ectomicorrizables es una característica importante del género, que ocurre naturalmente aún en suelos de alta fertilidad donde aparentemente no es necesaria su presencia. (León y Suárez, 1998).

### **Distribución del género *Pinus***

La distribución natural del género está confinada al hemisferio Norte, excepto una población de *P. merkusii* localizado justamente al sur del Ecuador en Sumatra (Mirov, 1967). Especies como *P. caribaea*, *P. patula*, *P. pinaster*, y *P. radiata* son ampliamente cultivados en todo el mundo (Le Maitre, 1998).

En todo el continente Africano no existe una sola especie indígena de pino tropical. Tampoco en Sudamérica se da ninguna especie indígena de pinos, siendo Nicaragua el límite meridional de estas especies en Centroamérica, a unos 12 ° al norte del Ecuador. El género *Pinus* en América del Norte se resume a un rango máximo de 59 especies en total, siendo este género de árboles el más esparcido en esta área (Little *et al*, 1969).

En las Antillas existen las siguientes especies de pino: *P. occidentalis*, Sw. *P. caribaea* var. *bahamensis* Barret y Golfari, *P. caribaea* Morelet var. *Caribaea*, *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret y Golfari, *P. tropicalis* Morelet, *P. cubensis* Grises.

### **Ecología de la especie**

Los pinos son especies adaptadas a estadios sucesionales tempranos, sus pequeñas semillas son diseminadas por el viento y se establecen rápidamente, aún en suelos pobres, gracias a sus bajos requerimientos nutricionales; además poseen mayor resistencia a la sequía que las plántulas de otros árboles. Sin embargo, las semillas de los pinos cuentan con pocas reservas, por lo que requieren que su radícula alcance rápidamente el suelo mineral y que exista un buen aporte de luz (Margalef, 1995).

En Cuba la existencia de los pinares se debe a factores edáficos, porque ellos viven en suelos ácidos, con poca capacidad para retener agua, como son, en primer lugar los suelos arenosos y limoníticos. Estos son los más pobres en elementos de los suelos cubanos, debido a la fácil filtración del agua que remueve todas las sustancias solubles, por lo que sólo los pinos, a través de la simbiosis con hongos en forma de micorriza ectótrofas, son capaces de obtener por esa vía suficiente cantidad de nutrientes y sustancias alimenticias para mantener un crecimiento relativamente rápido y alcanzar el tamaño de árboles (Gómez, 1976). Los pinos se desarrollan con una marcada regionalización, en la parte Occidental el *Pinus caribaea* y el *Pinus tropicalis*, y en la región Oriental el *Pinus cubensis* y el *Pinus maestrensis*. Referente a la exigencias de la luz, se considera a *Pinus tropicalis* más heliofilo que *Pinus caribaea*. El *Pinetum tropicalis* presenta el agrupamiento de los individuos dominantes y codominantes, con pocos individuos dominados o suprimidos, lo que es una muestra del marcado heliotropismo de la especie (Samek 1967).

Esta especie crece en los suelos pobres, lo que no quiere decir que necesita este tipo de suelo, sino más bien que en suelos más ricos y húmedos, la competencia de otras plantas arbóreas es tan fuerte que no permite el desarrollo. En los suelos secos y extremadamente pobres las condiciones edáficas favorecen el desarrollo de *Pinus tropicalis*, mientras que en las áreas de mejores condiciones edáficas el pino macho lo desplaza, por poseer mayor poder competitivo. Este poder competitivo se basa en la capacidad de soportar más sombra que *Pinus tropicalis*. Una vez ocupada un área por *Pinus caribaea*, no puede producirse la regeneración del *Pinus tropicalis* por falta de luz, contrariamente debajo de *Pinus tropicalis* (si las condiciones edáficas lo permiten) se regenera bien *Pinus caribaea* y llega a sustituirlo en la fase más avanzada (Samek y Del Risco, 1989).

El hecho de que la especie viva en los suelos más pobres, según Samek (1967b), se debe a la poca la agresividad que posee y no existe razón alguna para que ocupe los lugares más fértiles.

En condiciones naturales, la presencia de un colchón denso de gramíneas impide la germinación al obstaculizar la llegada de la semilla al suelo mineral, por lo que la regeneración natural solo es posible en suelos descubiertos.

La regeneración natural en la especie se ve favorecida por una disminución del sotobosque y por la densidad del arbolado (menor del 50%). Es por ello que en las laderas y cimas se produce un aumento en el número de individuos y hacia la base generalmente, disminuye y se produce un aumento en las latifolias, que le ofrecen una mayor competencia. En un área de latizal bajo, con una espesura inferior al 50% en la zona de Viñales, se determinó una regeneración de 487 individuos por hectáreas (Bonilla, 1990), lo que indica que la regeneración natural es favorecida fundamentalmente por una adecuada luminosidad y la presencia de un suelo desnudo. La regeneración natural expresada en posturas por hectáreas de *P. tropicalis*, es directamente proporcional a la cobertura del suelo, tanto por la vegetación como por la acumulación de acículas. Cuando se producen alteraciones naturales o artificiales en el suelo (fuegos, actividades extractivas y otras) la regeneración es explosiva, al igual que en calveros y orillas de caminos, la densidad del rodal ejerce una influencia menos marcadas, no obstante la sobrevivencia de esas posturas en el tiempo sí se relaciona con la calidad del arbolado (Figueroa, 2002).

En áreas de la Empresa Forestal Macurije, después de la ocurrencia de un incendio en el año 1999 el número de plantas a los 11 meses fue de 923 plántulas, ocurriendo posteriormente una disminución en el número plantas al recuperarse la vegetación asociada (Figura 1).

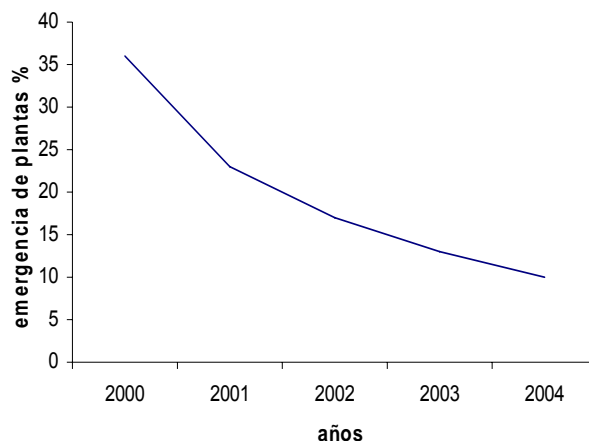


Figura 1. Comportamiento de la regeneración natural después del incendio

La regeneración es mayor en los primeros años después del incendio, porque el suelo está totalmente desnudo, existiendo las condiciones de luminosidad necesarias para el desarrollo de la especie. Lo que constituye un aspecto a valorar para recuperar las áreas afectadas por los incendios.

### Distribución

*Pinus tropicalis* crece en estado natural en Pinar del Río e Isla de la Juventud, asociado al *Pinus caribaea*. Su distribución geográfica es más o menos compacta en ambas regiones, ya que también la zona de la sabana arenosa de la provincia de Pinar del Río tiene contacto directo con Pinares de pizarra (cerca de San Juan y Martínez y el Sábalo, etc.) o sea, en el *Pinus tropicalis* no se puede presuponer, teóricamente tanta variabilidad ecotípica, como en *Pinus caribaea* (Samek, 1967).



Figura 2. Distribución de *P.tropicalis* (Samek (1967) transformada por Bonilla (2001).

### Especies asociadas

Los pinares de la provincia de Pinar del Río, presentan características fitocenológicas bien definidas, según Samek y Del Risco (1989), destacándose los Pinares de las Alturas de Pizarras, donde predominan la asociación *Quercus-Pinetum tropicalis* (ass.nov).

Se plantea que la ocurrencia de los fuegos de forma repetida en el pasado, han contribuido a la mayor extensión de *Q-P.tropicalis*, debido a la mayor resistencia del *Pinus tropicalis* al fuego, además ocupa los edátomos, que por ser secos y pobres en nutrientes, pedregosos y de poca profundidad, no son adecuados para el desarrollo de la agricultura y la ganadería.

**Pinares de las arenas Blancas**, esta zona está muy afectada por la actividad humana, ocurriendo de forma alarmante la desaparición de los pinares y de los endémicos locales, predominan la asociación *Eragrostis cubensis-Pinetum tropicalis* (ass.nov.) (Samek y Del Risco, 1989).

Urquiola (1988) señaló un nuevo sintaxon que agrupa las comunidades existentes en los suelos llanos formados por arena cuarcítica, blanco amarillenta (a veces con un alto contenido de materia orgánica), distribuida al sur y occidente de Pinar del Río, denominándola Alianza *Chrysobalanus –Pinion tropicalis*. Las arenas blancas presentan peculiaridades en su flórmula y vegetación que la distinguen del resto del país. Esta comunidad ha sido fuertemente degradada por el hombre y aunque ciertas zonas constituyen ya áreas protegidas, otras no menos importantes aún se encuentran bajo la amenaza de una total desaparición. La presencia de *Pinus tropicalis* se limita a pinares muy malos.

El proceso de regeneración de los pinos es probablemente muy lento. Las condiciones edáficas impiden la écesis, sobre todo por lo insuficiente de la capa superficial.

Los fuegos al destruir el estrato herbáceo, abren el camino para la erosión eólica, lo que conduce a la destrucción de E-Pt asteretosum. Si se destruye completamente los estratos arbustivos y arbóreo, según Samek y Del Risco (1989) se puede producir una degradación hasta los estadios más primitivos.

La presencia de *Sorghastrum stipoides* y *Trachypogon filifolius*, crea condiciones favorables para la protección contra la erosión, no obstante la quema y el pastoreo repetidos sobre todo el paso constante del ganado, puede provocar la disgregación del colchón y la consecuente erosión, lo que a menudo

conduce a un estadio con *Brya ebenus* o hasta la destrucción total de la vegetación, siendo esta fase relativamente duradera y resistente tanto contra la degradación como contra la erosión progresiva. Por tanto la presencia de un colchón denso impide la regeneración natural, de modo que la sucesión progresiva puede producirse solamente si el colchón se disgrega algo, comúnmente por la erosión. En esta fase de desmoronamiento puede ocurrir la regeneración de pinos. El colchón denso de gramíneas impide la regeneración natural, al obstaculizar la llegada de las semillas al suelo mineral; además, constituye para las plántulas una competencia seria. Así, se presenta la regeneración natural de los pinos en lugares desnudos o con un colchón no muy denso. Las gramíneas pueden ser muy dañinas hasta para la repoblación artificial (Samek *et al*, 1969).

Según de las Heras *et al* (2005), en áreas de pinares correspondientes a zona de la Palma, después de aplicar una quema controlada que eliminó el estrato herbáceo, se inventariaron sólo regeneración natural proveniente de las especies existentes anteriormente en el lugar. Éste es el caso de *Pinus tropicalis* (11.1%), *Cyrilla racemifolia* L. (11.37%) y *Rogiellia correifolia* (Griseb.) (11,1). El número de especies presentes después del incendio se elevó a 22. Es importante destacar la presencia de varias especies que no se inventariaron antes del fuego, como *Sorghastrum stipoides* (Kunth) Nash (55.6% de las muestras totales), *Tabebuia lepidophylla* (33.32%), *Odontosoria writghiana* Maxon. (33.3%) y *Erigeron sp.* (33.32%). Después del fuego se incrementó la presencia de endémicos: *Tetragigia cariacea* (100%), *Rondeletia correifolia*(44%) y aparece además *Mitracarpus glabrescen*(11.! %) El índice de diversidad Shannon-Weaver no mostró diferencias significativas antes y después del incendio (1.19 □ 0.12 y 1.12 □ 0.15)

### Clima

Samek y Del Risco (1989) señalan que desde el punto de vista ecológico, el clima general (macroclima) en el área de los pinares de Cuba occidental corresponde, comparándolo con otras regiones tropicales de clima parecido, a los bosques latifolios, por lo que se deduce que estos pinares constituyen tipos de vegetación cuya existencia esta determinada por condiciones edáficas.

Según Borhidi (1996), en Cuba, las temperaturas medias anuales en las zonas llanas tienen poca variación, pues mientras que en la región suroriental oscilan entre 27 °C y 28 °C, en la región centrooriental hasta la central promedian entre 25 °C y 26 °C y llegan hasta los 24 °C y 25 °C en la región occidental. Las precipitaciones oscilan entre 1 600 a 1800 mm y temperaturas de 24,3 a 24,7.

### Suelo

Según Varona (1982), excepto en los suelos ferríticos, *esta especie* crece en suelos derivados de pizarra, arenisca, cuarcita y esquistos; pero con diferenciaciones físicas y químicas según la posición, la vegetación, y el estado de la erosión. Estos suelos se pueden dividir en tres grupos:

- Suelos de áreas colinosas, donde es más fácil distinguir los esquistos y pizarras.
- Suelos arenosos, con un fondo gleyzación generalmente de la costa sur, situados más al este de Pinar del Río.
- Suelos de arenas blancas, situados al suroeste de Pinar del Río

Esta especie ocupa los suelos menos profundos y más secos de las crestas y laderas soleadas; mientras que *P. caribaea* (pino macho) ocupa los suelos más profundos y húmedos. También se puede encontrar en los suelos arenosos de las sabanas arenosas (Samek, 1967). Los suelos de la llanura del sur de Pinar del Río son arenosos. Del Sábalo hacia occidente existen las llamadas "arenas blancas" constituidas por tierras cuarcíticas muy ácidas. En la Isla de la Juventud los suelos donde crecen los pinares son de los tipos antes mencionados. Según Hernández y Ascanio, 2006 estos suelos pertenecen al agrupamiento fersialítico tipo fersialítico rojo lixiviado típico género cuarcítico, ferralítico amarillo lixiviado ferralítico amarillento género cuarcítico, ferralítico amarillento lixiviado ferralítico amarillento, típico, género cuarcítico.

Donde quiera que aparecen juntas *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis*, la primera ocupa las áreas más fértiles (partes bajas de laderas, etc.), mientras que la segunda está confinada a las áreas ecológicamente extremas (más secas, partes altas), lo que ha sido destacado por Fors (1967), Samek (1967), Samek *et al*, 1969 y Varona (1982).

### Taxonomía

*Pinus tropicalis* Morelet, pertenece a familia *Pinaceae*, tiene como sinónimo, *P. cubensis* Griseb var. *terthrocarpa* Wr.(León, 1946, Little y Dorman, 1954, Little y Critchfield, 1969) citado por Betancourt (1987) lo ubican en la sección *Pinus*, subsección *Sylvestris*, mientras que Price (1998) lo agrupa en la subsección *Pinus*, Subgénero *Pinus* y es el único representante de los pinos cubanos en dicha subsección y subgénero.

Es una especie muy antigua, presentando un área de distribución prácticamente continua. La variabilidad encontrada para la especie es baja (Samek, 1967a y López, 1888); no obstante se destacan dos grupos, morfológicamente bien diferenciados, que según López no han podido relacionarse con alguna característica ambiental de las localidades. Gernandt *et al* (2005) coinciden en que *Pinus tropicalis* es la especie más ancestral de Norte América (llegando a Cuba alrededor del Mioceno) y endémica de la región occidental de Cuba. Su evolución difiere completamente de las demás especies americanas, constituyendo un relictos del linaje Eurasiático al igual que *Pinus resinosa* (el pino rojo de Sureste de E.U.) pero con relaciones filogenéticas muy lejanas entre ellos, mientras que las demás especies cubanas evolucionaron a partir de un patrón Mesoamericano con un refugio durante el Pleistoceno en el oriente de la Isla.

## 2. Descripción de la especie

*Pinus tropicalis* puede alcanzar 25m de altura y 50cm o más de diámetro, de copa más o menos cónica, que ocupa un medio o menos de la altura total del árbol. Ramas finas escamosas y dispuestas en verticilos bastantes regulares. La corteza es de color pardusco, profundamente figurada formando escamas más largas que anchas y caedizas (Sablón, 1984).

Un aspecto controvertido en *P.tropicalis* según Cejas y Echeverría (1989) lo constituye la formación de "rabos de zorro", fenómeno consistente en el crecimiento continuo de la yema apical, que Kozlowski y Greathouse (1970) citado por Wadsworth (2000) consideran esta tendencia fuertemente hereditaria, aunque también existe una pronunciada influencia climática. No obstante estos mecanismo de aparición no están aun bien definidos, en estado de brinzales algunos individuos producen un internodio 2-3 o más metros sin ramas, lo que a veces pueden hacer en dos (raramente) más años. Esos tipos de pinos son muy convenientes, según Samek (1967) por presentar un fuste sin nudos que es más valioso que los fustes con nudos y hay que conservarlos en las limpiezas, los aclareos y todos los tratamientos silviculturales, mientras que algunos dasónomos consideran inferior la calidad de la madera y recomiendan la eliminación de los individuos que la presenten. Investigaciones realizada por Cejas y Echevarría (1989) señalan que el incremento en la longitud de estas estructuras ocurre fundamentalmente en los primeros años de vida, al parecer como una respuesta juvenil la competencia inter-e intraespecífica. Además esta característica permite a las plantas, en caso de incendios, sobrevivir al mismo.

El proceso de crecimiento de la especie es muy lento manteniéndose los primeros años un aspecto herbáceo con poco incremento, (Figura3) según Mirov (1967) la especie presenta inhibición apical; pero desarrolla un sistema radical profundo aproximadamente 10 veces la altura de la planta, lo que le permite llegar a las capas más húmedas. Esta característica la denomina Margalef (1995) "exploración" y la considera una adaptación de la especie a estos edátos, donde la planta puede garantizar el suministro de agua aún en la estación de seca. En sentido autoecológico en estos edátos, la especie saca ventajas al pino macho, que por presentar raíces más superficiales sufre más la falta de humedad (Samek, et al 1969).



Figura 3. Planta de *Pinus tropicalis* con aspecto herbáceo

### Hojas

Las hojas aciculares tienen una longitud de 20 a 30cm. y de 1.5 a 2mm. de ancho, color verde amarillento, rígidas, en fascículos generalmente de 2 acículas, que se agrupan en los extremos de la rama, envuelta en su parte inferior por una vaina membranosa persistente en el árbol 2 años o más, por lo los árboles mantienen su follaje persistente



**Figura 4. Rama de Pinus tropicalis**

### **Anatomía de la hoja**

Las características anatómicas de las hojas constituyen un elemento importante a tener en cuenta en la identificación de los pinos cubanos. En una sección transversal de la parte media de la acícula se puede observar: la epidermis cubierta por una cutícula gruesa debajo de la cual aparecen una o más capas compactas de células de paredes gruesas (hipodermis). Los estomas están hundidos debajo de la superficie de la hoja. El mesófilo o tejido fundamental de la hoja consiste en células parenquimáticas, cuyas paredes presentan rebordes conspicuos que se ve en las células como piezas de rompecabezas (Raven *et al*, 1992). Se distingue la presencia de 6 conductos resiníferos (canales resiníferos) que según López (1982) se encuentran rodeados totalmente de esclereidas. En el centro se encuentra un solo haz vascular. La presencia de una epidermis cubierta por una cutícula gruesa y los estomas hundidos permiten aminorar las pérdidas de agua por transpiración, constituyendo adaptaciones de la especie a las condiciones extremas donde se desarrolla.

### **Flor**

Son plantas monoicas, con inflorescencia masculina amentiforme terminales. Conos femeninos subterminales erguidos, algo más pequeños que los del *Pinus caribaea*. Sablón (1984) señala que el pino hembra florece de enero a febrero, aunque puede extenderse a marzo y sus frutos maduran en julio del siguiente año y libera las semillas en corto tiempo después de la maduración (Betancourt, 1987). Según Álvarez *et al* (2000) después de cinco años de observaciones fenológicas en la localidad de Viñales, la floración apareció entre enero y mayo, aunque la mayor parte se observó a fines de marzo y principios de abril, mientras que la maduración se produjo entre julio y agosto del siguiente año. En otras localidades el comportamiento fenológico de la especie ha tenido variaciones, influido por los diferentes factores climáticos y físicos.

### **Conos**

La morfología de los conos de casi todos los pinos es semejante. El cono consta de un eje central leñoso entorno al cual se disponen una serie de piezas protectoras y entre estas y el eje leñoso las escamas seminíferas que porta las semillas en la cara interna (Montoya y Mesa, 1993) El eje lleva en el centro una médula, la cual está rodeada de una cubierta cortical recorrida por canales resiníferos.

Los conos, según Betancourt (1987), presentan forma ovoide, ligeramente asimétricos; pueden medir hasta 10 cm de largo y 3 de diámetro, con escamas más anchas y con una separación entre ellas mayor que en el *Pinus caribaea*, aunque generalmente son más pequeños que estos.



**Figura 6. Cono de Pinus tropicalis**

Presentan fibras higroscópicas, de manera que las escamas se abren cuando el ambiente está seco y se cierra con la humedad (Martínez, 1948 citado por Varona, 1977). Se plantea por Pérez et al (1989) que la fecha óptima de recolección es en la segunda quincena de julio; a partir de esta fecha se produce una disminución en las precipitaciones, facilitando la dispersión de las semillas.

### **Semilla**

La semilla presenta forma ovoide convexa por ambas caras, de color gris pardusco, a veces moteado, mide de 10 a 12 mm de largo, 3 mm de espesor y 5 mm de ancho. En un kg hay de 37000 a 47000 semillas (Samek, 1967).

En un trabajo preliminar Escalante y Alarcón (1979) señalan valores de 10 a 19 mm para las semillas con alas y de 7 a 12 mm para semillas sin alas, el grosor es de 2,87 mm. La longitud de la semilla es un parámetro muy variable para las diferentes procedencias. Se destaca en las semillas la presencia de una prolongación membranosa (ala) de color pardo más o menos rayado, suave, delgado, liso y quebradizo que permanece adherida a la semilla.



**Figura 7. Semillas de *Pinus tropicalis***

La cubierta externa de las semillas es coriácea, de un espesor de 2 mm, presenta una textura lisa al tacto, en una de sus caras mientras la otra presenta ciertas rugosidades que se acentúan durante la manipulación (Bonilla, 2000). Según Duarte (1986) la presencia de rugosidades y grietas facilita el desarrollo de microorganismos saprofitos en la superficie de la semilla.

### **Características morfológicas internas**

La estructura de la semilla coincide con lo señalado por Mirov (1967), Raven et al (1992) y Leadem (1996a) para las especies de este género. El embrión presenta un eje radícula - hipocótilo, con la cofia de la raíz y el meristemo apical en un polo y un número variable de cotiledones en el polo opuesto. El tegumento tiene tres capas, la central se endurece y actúa como cubierta seminal (Raven et al, 1992).

El embrión de *P.tropicalis* mide como promedio 4 mm. El número de cotiledones es variable dentro de un mismo lote de semilla, observándose como promedio para la especie 8 cotiledones. El embrión es recto de coloración blanca que contrasta con la coloración blanco amarillenta del endospermo, ocupa la cavidad central del endospermo y abarca 7/8 de la longitud de la semilla. Está formado por células meristemáticas típicas. Los cotiledones son delgados, foliáceos carnosos, elípticos y su número es variable (6,7 u 8) la radícula es pequeña con respecto a embrión, descendente y dirigida al micrópilo. El endospermo es abundante, formado por tejidos de reserva de células redondeadas o poliédricas de paredes finas con abundantes granos de aleuronas, presenta consistencia blanda y de color blanco opaco por eso se observa contraste con respecto al embrión, tomando una coloración amarillenta cuando la semilla ha perdido su viabilidad. (Bonilla, 2000). En el endospermo no se observa almidón lo cual coincide con lo señalado por Mirov (1967).

### **Sustancias extraíbles en las semillas de *Pinus tropicalis***

Según Pérez et al (1989) los glúcidos y los lípidos son la fuente más importante de energía que necesitará el embrión para iniciar su desarrollo. Siendo determinados por dichos autores valores de 6% de glúcidos, 35% de proteínas y 48% de lípidos en *Pinus* sp.

Mirov (1967) señala que los carbohidratos se encuentran en las semillas de pino en cantidades variables de acuerdo a la especie, se pueden encontrar en forma de almidón, monosacárido, disacárido,

hemicelulosa y celulosa, en *P. cembra* puede alcanzar más de 7% y en cantidades inferiores en *P. jeffreys* mientras que en la especie estudiada el almidón no se observa al emplear métodos de tinción.

Las semillas de esta especie presentan en su composición de sustancias extraíbles (porcentaje sobre masa seca) un mayor por ciento de humedad con respecto al *P. caribaea*, disminuyendo los valores para las sustancias extraíbles en éter de petróleo, coincidiendo estos con lo planteado por Stanley y Butler (1962), quienes señalan que al disminuir el contenido de humedad se produce un aumento en grasas y aceites.

La presencia de sustancias solubles en agua en las semillas de *Pinus tropicalis* según los resultados de Pita y Bonilla (1999) fue de un 12% de glúcidos, 4% de proteínas y un 25% de lípidos como sustancias solubles en éter de petróleo.

### Comportamiento del peso

El peso es una característica muy variable para la semilla de un mismo género además se presentan variaciones de una procedencia a otra. En la siguiente tabla se observan variaciones en el peso con respecto a diferentes procedencias.

**Tabla 1 Comportamiento del peso de las semillas para las diferentes procedencias almacenadas a temperatura ambiente.**

Procedencia	Peso /1000 semillas(g)
Galalón	21,7
San Juan	21,9
Ceja del Negro	30,5
Macurije	22.3

Al realizar el análisis de los estadísticos descriptivos correspondientes al peso para las diferentes procedencias, se observó que las desviaciones son bajas dentro de las procedencias mostrando una mayor homogeneidad en los valores del peso la procedencia de Ceja del Negro y con una mayor dispersión la procedencia de Macurije.

### Características de la madera

En el estudio anatómico del xilema se observa, en el corte transversal, un cambio brusco entre la madera de primavera y la madera de otoño. El ancho de los anillos de crecimiento varía bastante. Algunas veces la parte de madera de otoño es más gruesa que la parte de madera de primavera. El tipo de célula fundamental es fibrotraqueida. La relación del diámetro promedio de estas células entre la madera de otoño y la madera de primavera es de 1:1,3. Los radios se encuentran distribuidos sin ordenación: son heterocelulares; están formados por traqueidas y células radiales de parénquima. Las traqueidas se encuentran entre grupos de parénquima y ambos lados del radio. Están en grupos de 1 hasta 5 pisos de series entre las células parenquimatosas y en un piso, por lo general, a los lados. Las paredes de las traqueidas presentan interiormente engrosamiento en forma de dientes bien ramificados (X o Y) o espirales. Los grupos de células están en piso de series de 1 hasta 10. Hay radios con canales de resina y células epiteliales en su centro. Las traqueidas tienen sus bordes regulares (Carrera, 1995).

La madera es menos resinosa y pesada que la de *Pinus caribaea*, la albura no se diferencia del duramen, siendo este más pesado, resinoso y durable, mientras que la albura es muy susceptible al ataque de termites.

Se emplea en toda clase de construcciones y tratada con creosota y otro preservativo dura muchos años en contacto con la humedad del suelo. Se prefiere esta especie por su elasticidad para la construcción de bocaminas, tiene los usos comunes de las otras especies de pino: tablas para forros y divisiones de casa, tablonés, encofrado y construcciones en general, casas de tabaco y construcciones rurales.

### Otros usos

La resina de esta especie presenta un 18% de trementina y 65% de colofonia, superior a *Pinus caribaea*, empleándose la misma en la obtención de ceras de coníferas con una amplia demanda en la industria farmacéutica (Betancourt, 2005).

Del follaje se puede obtener harinas vitamínicas para la alimentación de aves, con presencia de lípidos entre un 3,32- 5,05%, proteínas 6,38-7,14 % y una digestibilidad de 31,12-43,18 (Díaz, 1998)

## 5. Producción de plantas en el vivero

La siembra directa no se usa en Cuba para el establecimiento de bosques de coníferas, debido a la presencia de los roedores y otros animales que comen las semillas e impiden que estas germinen, por lo que no es recomendable este método, la producción de plantas se realiza fundamentalmente por el método de cepellón.

La propagación por vía vegetativa, se ha aplicado, teniendo los mejores resultados con el método "corona insertado a un patrón", también se ha utilizado el acodo aéreo, pero con resultados inferiores (Pérez, 1989).

### Germinación

La germinación en la especie es baja, presentando valores de un 35-40 % (Varona, 1982) por lo que requiere con la aplicación de tratamientos pregerminativos para mejorar estos resultados se emplean diferentes tratamientos. Peña et al (1988) consideran que *Pinus tropicalis* presenta dormancia del tipo endógena vinculada al control ambiental de la germinación, recomendando el empleo de la estratificación a temperatura ambiente. ISTA (1998) señala que las semillas de esta especie no son dormantes y atribuye la baja germinación a problemas de calidad. Liegel (2000) considera que de acuerdo a las condiciones de desarrollo de la especie *Pinus tropicalis* no requiere tratamiento pregerminativo. Si se tiene en cuenta que la dormancia es un mecanismo de protección de la planta, se puede considerar que no existen condiciones externas limitantes para su desarrollo y que los problemas de germinación son provocados por un mal manejo de las semillas.

En trabajos realizados por Bonilla, 1999, se pudo observar que con la inmersión de las semillas en una solución de nitrato de potasio al 1% durante cinco minutos la germinación alcanzó valores entre un 68 y 70% tanto en condiciones de campo como de laboratorio.

A partir del resultado de diferentes investigaciones se pudo constatar que la procedencia, momento de la cosecha y tiempo de almacenamiento influyen sobre los resultados finales de la germinación. Según Bonilla (2001) la aplicación de los tratamientos pregerminativos ofrece resultados muy variables en función de la calidad de del lote de semilla empleado.

La germinación comienza entre los 8 días y los 10 días. En los viveros el suelo debe mantener cierto grado de humedad, pero no estar demasiado húmedo y recibir bastante radiación solar. Se ha observado que el porcentaje de germinación se incrementa después de los 25 días a 30 días de sembradas hasta, aproximadamente los 45 días, resultando después muy errática.



**Figura 8 Germinación de la especie *Pinus tropicalis* (ensayos de Laboratorios)**

En la tabla 2 (Anexo) aparecen los diferentes tratamientos pregerminativos empleados y los valores de germinación, así como otros datos de este proceso, no obstante los resultados no son concluyentes dado por la influencia de otros factores como la procedencia y manipulación de las semillas

Los resultados de los experimentos donde se emplearon las semillas con periodos de almacenamientos cortos (de uno a seis meses) en condiciones ambientales han mostrado porcentajes de viabilidad superiores y menor grado de deterioro (Espinosa, 2000.)

### Vivero

Las posturas de esta especie se cultivan en los viveros, comúnmente, en envases (bolsas de polietileno) para plantarlas con cepellón, en las áreas a reforestar. En cada envase se siembran 3 ó 4 semillas. La permanencia en el vivero de estas plantas de lento crecimiento y aspecto herbáceo en su juventud, debe ser más prolongada que la de las otras especies de nuestros pinos; requiere por lo menos 6 meses, a veces más tiempo. Si se plantan en los campos posturas más pequeñas, les puede caer tierra en la yema terminal, lo cual les perjudica considerablemente. (Betancourt, 1988).

### Sustratos

Comúnmente se utiliza para el llenado de las bolsas suelo procedente de áreas de pinares, a los que se le añade materia orgánica.

Se han empleado diferentes sustratos de características orgánicas para la obtención de la especie en tubetes plásticos de diferentes formas y tamaño con las siguientes combinaciones: turba y arena de río, suelo aluvial, turba y corteza de pino, suelo arenoso de pinares (arenas blancas) y corteza de pino semidescompuesta, guano de murciélago, corteza de pino y compost.

En la Figura 9 se puede apreciar las diferencias entre una planta que ha crecido en un sustrato arenoso y las de Guano de murciélago, corteza de pino y compost.



**Figura 9. Plantas de *Pinus tropicalis* obtenidas en tubetes plásticos ( a la derecha la producida sustrato arenoso) ( Bonilla 2001).**

Hay que tener en cuenta que cuando el sustrato presenta partículas con tamaños menores de 0,002 mm, se produce un endurecimiento de la capa superficial al efectuarse el riego lo que impide la adecuada circulación del aire afectando la germinación y posteriormente el desarrollo de las raíces de la planta. Aspecto que debe tenerse en cuenta al preparar los sustratos.

### Nutrición

En trabajos realizados por Herrero (1988) y Bonilla (2000) a partir del análisis foliar en plántulas de *Pinus tropicalis* durante la fase de vivero se pudo apreciar que el fósforo se encuentra en bajas concentraciones, al igual que el nitrógeno. Según Materna y Samek (1967) estas concentraciones son extremadamente bajas, si se comparan con los pinos europeos, lo cual está determinado por las condiciones de baja fertilidad en las que se desarrolla la especie. En la siguiente tabla se puede observar los resultados del análisis foliar en diferentes sustratos.

Tabla 3 Resultado del análisis foliar en los diferentes sustratos empleados. (Bonilla,2001).

Sustrato	Parte de la planta	N%	P%	K%
Corteza, guano de murciélago y turba	Hoja	1,40	0,231	0,83
Suelo arenoso y corteza de pino semidescompuesta	Hoja	0,60	0,113	0,76
Corteza de pino ,guano de murciélago, turba y compost	Hoja	1,38	0,302	0,83

### Micorrizas

En esta especie está presente un estrecho mutualismo de un hongo y el tejido radical, en el cual el hongo ayuda a suministrar nutrientes minerales, al aumentar el área de absorción de la planta y el poder de asimilación de los pocos nutrientes en esos suelos tan pobres.

Sobotka y Samek (1971) se refieren al interesante asunto de las micorrizas en las especies *P. caribaea* var. *caribaea* y *P. tropicalis* y al efecto exponen: "De los análisis de las posturas de *P. caribaea* var. *caribaea* y *P. tropicalis* resulta: ambos pinos analizados presentan micorrizas del tipo peritrofa, ecto-endótrofa y ectótrofa y pueden considerarse como obligatoriamente micótrofas (*sensu* Lobanow, 1960). Merece mencionarse que en ningún caso se han observado pelos radicales. Según la presencia de las

fibras en las hifas se trata de simbiosis con Basidiomicetos, aunque durante los años 1965-1968 se han encontrado en los pinares de Cuba Occidental muy pocos carpóforos (setas). Parece que en los pinares son relativamente más comunes las Boletales, las especies del género *Suillus* (*Ixocomus*), las Agaricales: *Agaricus*, *Lactarius*, *Lepiota*, *Marasmius*, *Russula* y otros géneros. Como lo señalan las observaciones y análisis microscópicos, la infección se produce muy temprano, pues las posturas de dos meses ya suelen poseer raíces micorrizadas. Al parecer, el inicio de la simbiosis, se retarda con la latitud geográfica, puesto que en zonas templadas este acto se produce, por regla general, a la edad de 6-10 meses (Harley, 1959; etc.) [...] Hay que evitar también la aplicación irracional de las herbicidas (incluyendo funguicidas, etc.) ya que los pesticidas pueden afectar la simbiosis. Merece mención el hecho de que las plantas ricas en micorrizas suelen ser más resistentes contra los hongos patógenos (Betancourt, 1987).

### **Riego**

El cultivo de pino requiere agua en diferentes proporciones durante la fase de vivero, además la demanda con respecto a otras especies es menor. No obstante, los estudios al respecto son escasos.

Según Bonilla (2001) con la aplicación del riego cada 2 días se produjo una disminución en la relación parte aérea /parte radical, tomando valores de **3,11 a 2,4** respectivamente, lo cual ocurre como un mecanismo de adaptación al estrés hídrico de la especie.

### **Preparación de sitio y atenciones iniciales.**

La preparación de las áreas de plantación, está determinada por las condiciones topográficas del terreno, generalmente se emplean terrazas individuales.

La plantación debe realizarse en los primeros meses de la estación de lluvia, de mayo a julio. Las distancias de plantación más recomendables oscilan entre **2m X3m** y **3mX3m** (Betancourt, 1987).

En la Estación Experimental de Viñales, provincia de Pinar del Río con espaciamiento de **2x3** para *Pinus tropicalis* se alcanzó a los 58 meses, la mayor altura, obteniéndose además buenos resultados con el espaciamiento de **3mX3m** (Acosta, 1976)

Una plantación de 8,5 a de edad, realizada en la Estación Experimental Forestal de Viñales, a 150 m de altitud, en suelos ferralíticos cuarcíticos amarillos- rojizos lixiviados con temperatura media anual de 25 °C y 1 765 mm de precipitación, promediaba 3,7 m de altura y 7,1 cm de  $d_{1,30}$ . Otra parcela de la propia Estación de Viñales, a los 8 a de edad tenían 4,2 m de altura y 7,6 cm  $d_{1,30}$  (Betancourt, 1987).

Se estima que la fertilización con abonos orgánicos o con fertilizantes químicos o bien la mezcla de ambos debe producir buenos resultados en las plantas de esta especie, al menos durante los primeros años. (Betancourt, 1987).

Las plantas de pino hembra, como las de los demás pinos, deben estar libres de la competencia de la vegetación indeseable, durante sus primeros años de vida. Es necesario mantener limpio un círculo junto a cada arbolito, de por lo menos 80 cm de diámetro. Samek *et al* (1969) , al investigar las causas de la mortalidad de las plantas de pino en las repoblaciones efectuadas en la región de Las Cañas (Macurije), provincia de Pinar del Río, llegaron a la conclusión de que "la causa esencial de los fallos (o por lo menos de una parte de los mismos) es la competencia de la vegetación

De acuerdo a las referencias con plantaciones de la especie se pudo observar que en las zonas de Topes de Collantes, en suelos ferralíticos rojos amarillentos con espaciamiento de 3mX3m, a los siete años la altura promedio era de 3,2 m y un diámetro de 8 cm, al parecer la especie no se adapta a altitudes superiores a los 300 m.s.n.m (Betancourt, 1987).

En las áreas de *Pinetum tropicalis typicum*, no se debe reforestar con *P.caribaea*, sino con la especie nativa y como esta especie crece lentamente, si se planta a un espaciamiento de 2,5 x1, 5, se puede hacer un intercalamiento de doble surco de piña, a 0,5 m en tres bolillos de manera que cada hectárea necesita 2,700 posturas de pino y 8000 plantas de piña. La plantación de ambas especies debe realizarse en una misma operación, entre los meses de junio y julio, para que sea aprovechado adecuadamente por ambas especies el periodo lluvioso para su establecimiento. Esta sería una forma de incentivar la plantación de la especie para que no desaparezca de sus comunidades autóctonas más representativas (Álvarez, 2003).

### **Mejoramiento genético**

La especie *Pinus tropicalis*, está incluida en los planes de mejora genética del país, también se desarrollan alternativas de los programas iniciados originalmente, con variantes de finalidad múltiple madera – resina. (Huerto semillero de brinza)!. En la especie se presenta una ganancia genética mínima de un 7-34%.

El programa de mejoramiento genético de la especie se ha visto frenado por la imposibilidad práctica de reproducir asexualmente los individuos seleccionados debido a las características de desarrollo de las plántulas durante sus tres primeros años de vida, que detienen su crecimiento foliar en aras del radical y presentan un marcado engrosamiento del tallo lo que ha obligado a limitar el establecimiento de huertos semilleros clonales sustituyéndolos por los de brinzales y reduciendo la protección efectiva en bancos clonales de los genotipos seleccionados, en consecuencia esto sería los principales objetivos inmediatos a cubrir mediante la biotecnología de esta especie.

### Tratamientos silvícola.

La aplicación de los tratamientos silvícolas en la especie están determinados por el origen de la masa boscosa, natural o plantación, en el primer caso los tratamientos son muy complejos, pues estos bosques son muy heterogéneos en cuanto a clases de edades que lo componen, índices dasométricos, nivel de degradación.

La mayoría de las áreas existentes presentan una estructura disetanea, notándose el efecto de la protección contra incendio y la disminución de las cortas en estos bosques a finales de los años 60, en las existencia promedio por hectáreas de las áreas comprendidas entre 21 y 50 años. Por que las diferencias existentes entre los sitios obligan a establecer una tipificación para el manejo adecuado en estos bosques (Lara, 2002).

La tala rasa en la especie sólo se autorizara en áreas que no tengan posibilidades de mantener su condición natural por las siguientes razones:

- ❖ Insuficiente cantidad de árboles productores de semillas viables que permitan garantizar la regeneración natural necesaria para mantener la condición del área.
- ❖ Edad media de la masa mayor de 50 años
- ❖ Existencia de árboles con una distribución inferior a 500 árboles por hectáreas.

El patrón de distribución de la especie en áreas naturales muestra la presencia de un mayor número de individuos de las clases diamétricas medias, lo que corrobora lo planteado por Mendoza (1971) que los pinos por su intolerancia no se regeneran de forma continua sino masivamente en respuestas a determinadas aberturas del dosel relacionada fundamentalmente con la intensidad de los tratamientos o de las cortas.

Se terminó por García y Betancourt (1990) la relación existente entre el diámetro a 1.30 y el diámetro de copa, comportándose linealmente, según Stephan (1980) esta relación es específica para cada especie y no sufre variación con respecto al sitio.

Para rodales jóvenes los valores obtenidos fueron de 0.81 y de 0.66 el rodal maduro, en áreas de similares características, los valores determinan que la extensión horizontal de copas en *Pinus caribaea* tiene una extensión horizontal de copa superior a *Pinus tropicalis*, por lo que el número de árboles por hectáreas es mayor en esta especie, por lo que debe tenerse en cuenta en los diferentes tratamientos a realizar (García y Betancourt 1990).

En las áreas naturales de *Pinus tropicalis* es factible llevar a cabo diferentes tratamientos, a partir del estado de los rodales. Según Martínez (1984) en un área de 663 árboles /hectárea y con un diámetro medio de 10,41cm a una edad de 31 años llega a obtener el arbolado normal, mientras que una parcela subarbolada y no tratable (378 árboles /hectáreas y un diámetro de 10,25cm) demoraría mucho tiempo y no llegaría al diámetro requerido, siendo más conveniente en este caso talar y plantar de nuevo. Dicho autor recomienda, en el caso de parcelas subarboladas (40%) del área no cubierta por árboles, la interplantación con latifolias.

Para la ejecución acertada de los tratamientos en áreas naturales. Ares (1999) propuso su categorización y criterios de manejo, considerando 16 grupos de manejo en las áreas de la Empresa Forestal "La Palma". Estas categorías llevan implícita las alternativas de tratamiento, un ejemplo para el grupo 16 puede observarse en el siguiente cuadro.

Categoría	Tipo de manejo	Condiciones principales	Alternativas
Productor	Monte regular	Especie, edad, incrementos, regeneración natural por hectárea	Talas selectivas en grupos y en franjas, preparación de suelos para facilitar la regeneración natural

Ares (1999) considera que la aplicación de las propuestas de categorías por parte de la Empresa, aportaran un cambio positivo en cuanto a la efectividad de los manejos y producirá en el aspecto económico, ecológico y social, Un considerable avance hacia una ordenación forestal sostenible.

Las investigaciones realizadas por Ares (1999) señalan la factibilidad de utilizar las tablas de volúmenes totales con corteza y sin corteza para cubicar los árboles de *Pinus tropicalis* de masas naturales, a partir de la ecuación de mejor ajuste que correspondió a la forma:

$\text{Log } V = a + b \log d^{1.30} + c \log ht$ , así como el empleo de las ecuaciones promedio del perfil del fuste traducido para su uso en tablas de porcentos de surtidos maderables para su estimación  $d_{ih}/d^{1.30} = 1,2248 - 1,2597(h/ht) + 0,2445(h/ht)^2$ . Este modelo ajustado para toda la superficie del fuste, permite obtener el diámetro a cualquier altura del árbol y por medio de su integración el volumen total y el volumen hasta su altura fijada, condicionado por el valor del diámetro que cambia el valor del surtido.

Conociendo la clase diámetro de un árbol se puede obtener para la especie, sus volúmenes maderables correspondientes por surtidos. Ejemplo

CD(cm)	V (+24 cm)%	V (13-24 cm)%	V (6-13 cm)%	V (< 6 cm)%
0,06	-	-	38.01	61.99
0,07	-	-	71.27	28.73

#### Tablas de rendimientos (Tablas de producción)

Las plantaciones de *Pinus tropicalis* de forma general han sido muy mal manejadas desde sus inicios, no se realizaron reposiciones de fallas, lo que a la larga favorece el no haber aplicado intervenciones silviculturales en casi ninguno de los casos (Padilla, 1999).

Para construir tablas de producción para la especie, se tuvo en cuenta la calidad del sitio y los índices dendrométricos y dasométricos fundamentales en función de esos sitios. Se fijaron además edades en función de las características de la especie, turno de tala y los objetivos para los cuales son destinados los productos a obtener (Padilla, 1999).

La densidad poblacional ha encontrado en las diferentes edades e índices de sitio evaluados, ha mostrado variaciones, pero en casi todos los casos se considera inferior a la densidad permisible. (Padilla, 1999).

El valor medio del coeficiente mórfico calculado en las plantaciones de la especie *Pinus tropicalis* es de 0.47 (Padilla, 1999).

Las tablas de índices de sitio permiten entre otras cosas poder conocer las calidades absolutas de sitio para esta especie tanto para alturas dominantes como para las alturas medias, aunque internacionalmente son estas últimas las más usadas. A partir de estos parámetros dasométricos las Empresas pueden saber el índice de sitio en que se encuentran sus plantaciones, estimar sus posibles incrementos, aplicar el manejo correspondiente y precisar la categoría de manejo para cada rodal y el momento óptimo para el aprovechamiento en el caso que así se justifique.

**Tabla 4.** Índice de sitio para altura dominante

Edad	Is= 8	Is= 10	Is= 12	Is= 14	Is= 16	Is= 18	Is= 20	Is= 22	Is= 24
5	0.63	0.79	0.95	1.11	1.27	1.43	1.59	1.74	1.90
10	3.90	4.87	5.85	6.82	7.80	8.77	9.75	10.72	11.70
15	5.87	7.34	8.81	10.27	11.74	13.21	14.68	16.14	17.61
20	6.90	8.62	10.35	12.07	13.80	15.52	17.25	18.97	20.69
25	7.48	9.35	11.22	13.09	14.97	16.84	18.71	20.58	22.45
30	7.85	9.81	11.77	13.73	15.69	17.65	19.61	21.57	23.54
35	8.09	10.11	12.13	14.15	16.17	18.19	20.21	22.23	24.26
40	8.25	10.32	12.38	14.44	16.51	18.57	20.63	22.70	24.76
45	8.37	10.47	12.56	14.66	16.75	18.84	20.94	23.03	25.12
50	8.47	10.58	12.70	14.82	16.93	19.05	21.17	23.28	25.40

**Tabla 5. Índice de sitios para altura medias**

Edad	Is=8	Is=10	Is=12	Is=14	Is=16	Is=18	Is=20	Is=22	Is=24
5	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.62	0.70	0.76	0.83
10	2.37	2.99	3.58	4.15	4.78	5.33	5.95	6.51	7.13
15	3.93	4.94	5.92	6.88	7.91	8.83	9.86	10.78	11.80
20	4.81	6.06	7.25	8.43	9.70	10.82	12.08	13.22	14.46
25	5.35	6.73	8.05	9.36	10.76	12.02	13.41	14.68	16.06
30	5.69	7.16	8.57	9.95	11.45	12.78	14.27	15.61	17.08
35	5.92	7.45	8.91	10.36	11.91	13.30	14.85	16.24	17.77
40	6.08	7.65	9.16	10.64	12.24	13.67	15.26	16.69	18.27
45	6.20	7.81	9.34	10.86	12.49	13.94	15.56	17.03	18.63
50	6.29	7.92	9.48	11.02	12.67	14.15	15.79	17.28	18.91

La Figura 11 representa los nueve índices de sitio determinados para la especie por Padilla (1999) que incluye el mejor y el peor de los sitios para el desarrollo de la especie. La gran diversidad de índices de sitio, trae como consecuencia turnos de aprovechamiento diferentes en correspondencia con su potencialidad y fines productivos determinado por la edad de cortabilidad según los criterios volumétricos, técnicos financieros.

El sistema de curvas de índice de sitio según Padilla (1999) permite diferenciar las plantaciones de 9 índices de sitio los cuales se determinan para la altura dominante y la altura media y se evita la posible limitación de uso. Los índices han sido fijados a la edad de 33 años por los valores de 24, 22, 20, 18, 14, 12, 10 y 8 m. la distribución de frecuencia diamétrica puede ser ajustada a la función probabilística de Gauss, usando la distribución normal y los modelos logarítmicos probados estiman satisfactoriamente el volumen total de la madera con corteza

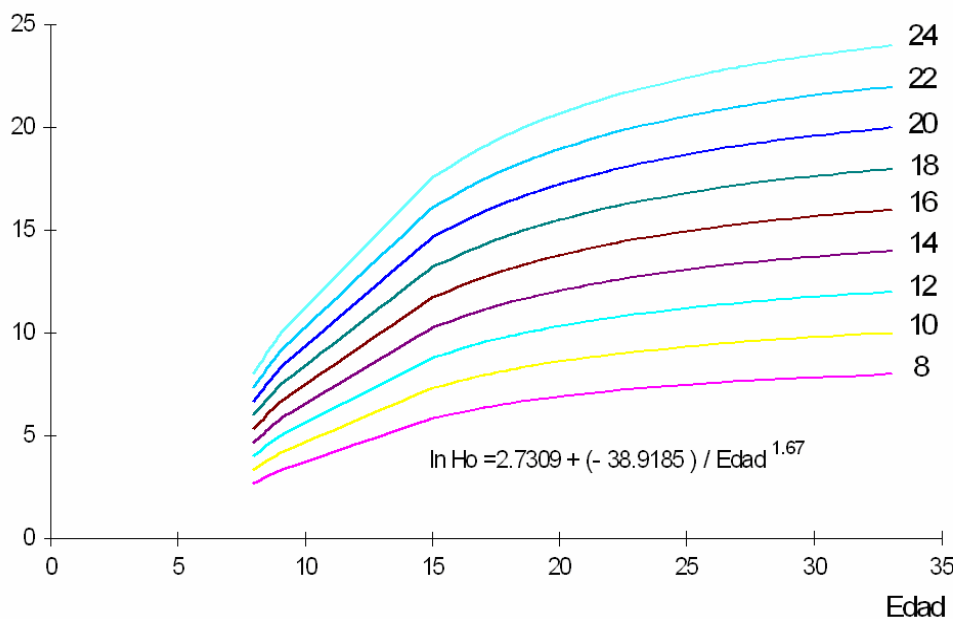


Figura 11. Índice de calidad de sitio

Las tablas de volumen con corteza y sin corteza (Anexos) permiten conocer de manera muy rápida y viable el volumen de madera de una troza de los diferentes diámetros posibles ha alcanzado en cada uno de los sitios existente para el *Pinus tropicalis* y con distintas dimensiones lo cual permite estimar el volumen de madera existente en los rodales artificiales en cada una de las etapas de desarrollo a partir de una muestra tomada.

Del mismo modo que en el volumen total el volumen comercializable se puede conocer a través de estas tablas tanto con corteza como sin ella para distintas trozas y con diferentes diámetros.

La densidad poblacional por ha encontrada para las diferentes edades e índices de de sitio, presentó variaciones, pero en casi todos los casos se considera inferior a la densidad permisible por superficie según las características de las especies y la condiciones de los suelos donde estas se desarrollan. La gran diversidad de índices de sitio trae como consecuencia turnos de aprovechamiento diferentes en correspondencia con su cortabilidad según los criterios volumétricos técnicos financieros. Se define para la especie como turno técnico para el aprovechamiento con finalidad de aserrío 50 años (Padilla, 1999).

### **Plagas y enfermedades**

Entre las plagas más frecuentes se encuentran *Ryacionia subtropica* afecta los brotes jóvenes y *Dioryctria horneana* (Dyar) constituye una peligrosa plaga afectando las ramas, liber, las yemas tiernas y los conos. *Lachnopus* sp., *Pityophthorus* sp., atacan hojas brotes y ramas secándolas. La presencia de *Ips* solo se ha observado en árboles debilitados o cortados, pero no constituyen plagas potenciales se aumenta mucho su población (Betancourt, 1983). También se señalan la presencias se *Pentomacrus fasciatus* y *Spodoptera sunia*, insecto polífago, que fue encontrado dañando las posturas de *Pinus tropicalis*. (Betancourt, 1987)

En los viveros se manifiesta ataques de damping off, ocasionando la muerte de las plántulas, lo cual ocasiona grandes pérdidas, provocada fundamentalmente por un uso incorrecto del riego y por altas temperaturas.

### **Conservación**

Para el desarrollo de una conservación *ex situ* de la especie se requiere del empleo de semillas recolectadas en la fecha óptima y almacenadas en condiciones adecuadas para garantizar posteriormente la obtención en viveros de plantas de calidad, además deben emplearse las semillas correspondientes a la localidad donde se va a establecer la nueva plantación.

La conservación *in situ* esta determinada por la presencia de árboles padres con características fenotípicas adecuadas, además de la presencia de áreas desprovistas de vegetación para garantizar que la semilla encuentre un lecho adecuado para iniciar la germinación.

Es necesario cuando existan árboles padres, realizar la preparación de áreas cercanas a los mismos eliminando el sotobosque y realizando el mullido del terreno para garantizar que las semillas encuentren condiciones favorables para que ocurra la germinación. Esta preparación debe realizarse previa a la maduración de los frutos y dispersión de la semilla.

Es conveniente contar en los bosques naturales de esta especie, con un plan adecuado de ordenación y además un programa de educación ambiental, donde se destaque el carácter endémico y la importancia florística y paisajista de la especie.

### **Referencias bibliográficas**

- Alarcón, M. y Iglesias, L. 1994. Influencia del substrato y la acidez sobre el desarrollo del *Pinus durangensis* Mtz. en invernadero. Ciencia Forestal en México. Vol. No. 23,
- Álvarez, A. 2000. La Genética Forestal en Cuba. Avances del siglo XX y desafíos del siglo XXI. Recursos Genéticos Forestales. Roma,
- Álvarez, A.; López A.; Echeverría, O.; Guevara, Z.; Oráis, S.,; Ruiz, R., y Peña R. 1995. Creación de un sistema automatizado para el manejo de los recursos fitogenéticos forestales de interés económico. Informe Final. Etapa 00216.03:PCT Biotecnología. IIF, Cuba,
- Álvarez, A.; Peña, A. Comportamiento de las características que definen la calidad intrínseca de las semillas de cuatro especies forestales. IIF, Informe Final del Proyecto Estudio sobre utilización de semillas forestales, Tomo III. Cuba
- Álvarez, A.; Peña, A.; Montalvo J. 1989. Comportamiento de las características que definen la calidad intrínseca de la semilla atendiendo a diferentes fuentes productoras edades y cosecha. Boletín Técnico Forestal No.1 Centro de documentación Forestal (CIF). La Habana,
- Álvarez, P. y Varona J.C. 1988. Silvicultura. La Habana Editorial Pueblo y Educación. 320 p.
- Álvarez, A; Suárez, J.A; Echevarria O. y Diago, I 2000. *Pinus tropicalis*: sus características y la situación de sus recursos genéticos. Inedito. IIF. 9 p.
- Ares, A. 1999 Tablas dasométricas, propuestas de categoría y valoración de alternativa de manejo para los pinares naturales de la EFI La Palma. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales en la Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río,. 100 p.

- Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial científico técnica. La Habana. 430p.
- Bonilla, M. 1997. Características de las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet. Revista electrónica AVANCES. No. 1893. 4p.
- Cejas, F y Echevarría P, 1989. Ocurrencia de "rabos de zorro" en pruebas de procedencia de *Pinus tropicalis*. Acta Botánica Cubana 78:1-11, Academias de Ciencias de Cuba, 11p.
- Del Risco, E. y Samek, V. 1989. Los pinares de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Estudio sinecológico. Editorial. Academia. La Habana 60 p.
- De las Heras J. Bonilla, M y Martínez W. L. (2005). Early vegetation dynamics of *Pinus tropicalis* Morelet forests after experimental fire (W Cuba). Annals of Forest Science. 02: 771-777.
- Díaz, S. 1998 Comportamiento del follaje de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* y *Pinus* tropicales Morelet en el desarrollo de una metodología para la obtención de una cera de coníferas, pasta clorofila' caroteno y el residuo forrajero a escala de banco. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales en la Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río,. 100 p.
- Duarte, A. 1988. Consideraciones sobre el cuidado y protección de semillas forestales. Reseñas. Serie Forestal 6:7-26. Instituto de Investigaciones Forestales Siboney La Habana 24-25p.
- Escalante C. y Alarcón, M. I. 1979. Variabilidad morfológica de los conos de pino macho y pino hembra y su relación con las características de las semillas. Trabajo de Diploma. Unidad Docente Ingeniería Forestal Pinar del Río. 73 p.
- Espinosa, A. 2000. Evaluación de la dinámica de la germinación del *Pinus tropicalis* Morelet. Trabajo de Diploma. Universidad de Pinar del Río. 56 p.
- FAO 1994. Informe de cuadros de expertos de la FAO en recursos genéticos Forestales. Octava Reunión FAO. Roma 57 p.
- FAO1999. Situación de los bosques del mundo. Roma. 154 p.
- Figliolia, M.B. 1988. Secagem, extração e beneficiamento de sementes. Sementes Florestais Tropicais. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Brasília. DF. 45p.
- Fors, A. 1967. Manual de Silvicultura. Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal. 4ta Edición. La Habana 252 p.
- Gernandt, D.; Geada, G., Ortiz, S., Liston, A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* 54(1) Febrero 2005, 29-42
- Gómez, J. 1976. Aspectos Geográficos y de las Formaciones Forestales de Cuba. INDAF, La Habana, 35 p.
- González, R. A.; Pérez, M. y Blanco, J. 1988. Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivados en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes Revista Baracoa Vol. 18. No. 1. 39-51 p.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. Seed Biology Vol. 3. (Ed.) T.T. Kozlowki. Academic Press, New York and London. 145-245 p
- Herrero, G. 1988. Determinación de elementos limitantes para la nutrición de 8 especies forestales, Informe de etapa. 509.O601.IIF. Ciudad de la Habana. 30 p.
- Igarza, Y. y Betancourt, C. 1999. Evaluación de la germinación de *Pinus tropicalis* Morelet en condiciones de campo y laboratorio. Trabajo de Diploma. Universidad de Pinar del Río. 44p.
- INDAF 1977a. Clasificación en categorías cualitativas de semillas forestales. *P. tropicalis* Morelet. Ministerio de la Agricultura. Norma Ramal. La Habana. 6 p.
- INDAF 1977b. Semillas forestales. Métodos de ensayo. Norma Ramal. Habana, 4 p.
- INDAF 1978. Recolección y manejo de conos de pinos cubanos. Norma Ramal. La Habana, 5 p.
- ISTA 1985. Normas Internacionales para ensayos de semillas. Ministerio de la Agricultura. Madrid, 134 p.
- ISTA 1998. Tropical and subtropical tree and shrub seed handbook. Published by the International Seed Testing Association. Zurich Switzerland.
- IUCN. 1995. Cuba. Conservation status listing of plant. Compiled from WCMC. Plants Data base (25.10.95) 38 p.
- Lara, P. 2002, Comunicación personal. Servicio Estatal Forestal.

- León S. T. y Suárez, A. 1998. Efecto de las plantaciones forestales sobre el suelo y agua. CONIF, Santa Fe de Bogota. 143p.
- Liegel, L. H. 2000. Correspondencia personal.
- López, A. 1982. Variabilidad del género *Pinus* (Coniferales Pinaceae) en Cuba. Acta Botánica Cubana. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. 43p.
- Le Maitre, D. C. 1998. Pines in cultivation: a global view. Pp.407–431 in: Richardson, D. M. (ed.), Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Little, E. L. Jr. & Critchfield, W. B. 1969. Subdivisions of the Genus *Pinus* (Pines). U.S.D.A. Forest Service Miscellaneous Publication 1144, Washington, D.C.
- Margalef, R. 1995. Ecología. Ediciones Omega SA. Barcelona. 981 p.
- Materna, J. y Samek V. 1967. Análisis foliares de los pinos cubanos. Serie Forestal No.2. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Biología. La Habana. 15 p.
- Martínez, L. 1984. Parcelas de prueba permanentes en pinares naturales. Trabajo de Diploma. Universidad de Pinar del Río. 40p.
- Matos, E. 1963. Coníferas en Cuba. Ediciones Departamento Forestal y Frutal. INRA. La Habana. 22 p.
- Mesón, M. y Montoya, M. 1995. Silvicultura Mediterránea (cultivo del monte). Ediciones Mundi Prensa Madrid. 386 p.
- MINAG 1996. Programa de Desarrollo Económico Forestal. 1997-2015. La Habana, Mimeografiado. 1-6 p.
- MINAGRI 1994. Manual de técnicas de análisis químico para humus de lombriz. Ciudad de la Habana. Instituto de Suelos. 12 p.
- Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*. Ed. The Ronald Press Company. New York. 602p
- Navarrete, L. 1980. El contenido de humedad en semillas de siete especies de *Pinus* y su relación con el por ciento de germinación. Ciencia Forestal. Vol. 5 No. 24. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 40 p.
- Oliveira, E. 1993. Morfología de plántulas florestais. Sementes Florestais Tropicais Associação Brasileira de tecnologia de Sementes. Comitê Técnico de Sementes Florestais. Brasília DF, 350 p.
- Padilla, G. 1998. Tablas dasométricas en plantaciones de *Pinus tropicalis* Morelet. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales en la Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río. 100 p.
- Peña, A.; Álvarez, A. y Montalvo J. 1983. Tratamiento pregerminativo para semilla de *Pinus tropicalis* Morelet. Primer Seminario Científico Forestal. CIF La Habana.
- Peña A; Álvarez, A.; Montalvo, J.M. 2005. Aproximación a la variabilidad de la calidad germinativa de las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet. Memorias Congreso Forestal, Habana
- Pérez, M.; Rodríguez, E.; González, S. y Echevarría P. 1989. Influencia de la época de recolección. Resumen del I Congreso Forestal de Cuba. Resúmenes.
- Pérez, M.; Morales, F. y González, S. 1992. Empleo de los multienvases canadienses en la producción de posturas forestales en Cuba. Baracoa 22 No.3, 73 –75 p.
- Pita, S. y Bonilla, M. 1999. Composición química de las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet y *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Revista Avances. V
- Piña-Rodríguez, F. 1993. Maduração e dispersão de sementes. Sementes Tropicais. Comitê Técnico de sE
- Price, R. A., Liston, A. & Strauss, S. H. 1998. Phylogeny and systematics of *Pinus*. Pp. 49–68 in: Richardson, D. M. (ed.), Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Raven, P.; Evert, R. y Eichhorns, S. 1992. Biología de las plantas. Editorial Revertee S.A. Barcelona España. 745 p.
- Reyes, M. 1990. Manual de prácticas de vivero. (Producción de un millar de plantas de pino en bolsas) Corporación Hondureña Forestal (COHDEFOR). Tegucigalpa. Honduras, 48 p.
- Richardson, D. M. & Rundel, P. W. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*: an introduction. Pp. 3–46 in: Richardson, D. M. (ed.), Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

- Sablón, A. M. 1984. Dendrología. Editorial Pueblo y Educación. 200 p.
- Samek, V. 1967a. Elementos de Silvicultura de los Pinares. Editorial Universidad de la Habana. 130 p.
- Samek, V. 1967 b. Mejoramiento de los pinos en la práctica forestal. Serie Forestal No. 3. Academia de Ciencias. La Habana. 16 p.
- Samek, V.; López, A. y del Risco, E. 1969. Observaciones sobre la repoblación de pinos en la región de las Cañas (Macurije), Pinar del Río, Serie Forestal 5, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. 16 p.
- Samek, V. y Del Risco, E. 1989. Los pinares de la provincia de Pinar del Río, Cuba Estudio sinecológico. Editorial. Academia. La Habana. 60 p.
- Stanley, O. y Butler, W.L. 1962. Procesos vitales de la semilla viva .Semillas. United States Department of Agriculture. Edición Revolucionaria. La Habana. 1020 pag.
- (Strasburger *et al*, 1981).
- Suárez, T. 2000. Posibilidades de utilización de residuos obtenidos a partir del aprovechamiento integral del follaje de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* y *Pinus tropicalis* Morelet. Tesis presentada en opción al título de master en Química. Universidad Agraria de la Habana. 100 p.
- Valdés, L. 2006 Comportamiento de la regeneración natural de *Pinus tropicalis* Morelet, y dinámica de la vegetación en áreas afectadas por los incendios en la E. F. I. "Macurije". Tesis (en opción al grado académico de Master en Ciencias Forestales) Facultad Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río. 70 p.
- Varona J.C. 1982: Fomento de plantaciones de pino. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 101p.
- Wadsworth, Frank, H. 200. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EEUU.
- Hernández A;; Ascanio ,M. 2006; Manual para la aplicación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Editorial Félix Varela. La Habana 193.

## Anexos

**Tabla 2 Comportamiento de la germinación para los diferentes ensayos realizados**

Tratamientos.	Comienzo de la germinación (días)	% de Germinación acumulada	VGD	Velocidad de germinación.
<b>I</b>	9	64.5	1.43	1.79
<b>II</b>	10	68.0	1.51	1.94
<b>III</b>	10	50.0	1.11	1.42
<b>IV</b>	9	35.5	0.78	0.98
<b>V</b>	11	32.0	0.71	0.94
<b>VI</b>	7	70.0	2.41	1.84
<b>VII</b>	6	58.0	2.07	1.48
<b>VIII</b>	7	62.0	2.13	1.58
<b>IX</b>	11	43.0	0.97	1.26
<b>X</b>	10	42.0	0.97	1.20
<b>XI</b>	15	41.0	0.93	1.36
<b>XII</b>	12	58.5	1.30	1.77
<b>XIII</b>	17	52.0	1.15	1.85
<b>XIV</b>	17	51.0	1.13	1.82

### Tratamientos pregerminativos empleados en los diferentes ensayos de germinación

- I:** Semillas procedentes de Galalón en agua durante 48h con cambios de agua cada 12h
- II :** Semillas procedentes de Galalón en remojo durante 5min en una solución de KNO<sub>3</sub>
- III:** Semillas procedentes de Galalón sin tratamiento (testigo).
- IV:** Semillas procedentes de Galalón en hidratación-deshidratación durante 48h.
- V:** Semillas procedentes de Galalón estratificadas durante 2 semanas.
- VI:** Semillas procedentes de Macurije estratificadas durante 2 semanas.
- VII:** Semillas procedentes de Galalón en agua durante 48h con cambios de agua cada 12h .
- VIII:** Semillas procedentes de Galalón estratificadas durante 4 semanas.
- IX:** Semillas procedentes de Galalón en remojo durante 5min en una solución de hipoclorito de sodio.
- X:** Semillas procedentes de Galalón estratificadas durante 4 semanas.
- XI:** Semillas procedentes de Galalón en hidratación-deshidratación durante 48h.
- XII:** Semillas procedentes de Galalón en agua durante 48h con cambios de agua cada 12h.
- XIII:** Semillas procedentes de Galalón estratificadas durante 4 semanas
- XIV:** Semillas procedentes de Galalón en hidratación-deshidratación durante 48h.



**Tabla 7.Volumen total sin corteza**

	VOLUMEN TOTAL SIN CORTEZA D(cm)/Ht(m)																										
D/Ht	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																	
6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01																	
8	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02														
10			0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04														
12			0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06							
14			0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09							
16			0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11								
18			0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14								
20			0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18								
22						0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22								
24						0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.26								
26						0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
28								0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
30								0.30	0.31	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
32								0.34	0.35	0.37	0.38	0.39	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
34								0.39	0.40	0.42	0.43	0.45	0.46	0.48	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
36										0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	0.55	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62	0.63	0.65	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
38										0.53	0.55	0.56	0.58	0.60	0.62	0.63	0.65	0.66	0.68	0.69	0.71	0.72	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
40										0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.76	0.77	0.79	0.80	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
42										0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.87	0.89	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
44										0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
46										0.78	0.81	0.84	0.87	0.89	0.92	0.94	0.97	0.99	1.01	1.03	1.06	1.08	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
48												0.92	0.95	0.98	1.00	1.03	1.06	1.08	1.11	1.13	1.15	1.18	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
50												1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.20	1.23	1.26	1.28	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
52												1.08	1.12	1.15	1.18	1.22	1.25	1.28	1.31	1.33	1.36	1.39	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
54												1.17	1.21	1.25	1.28	1.32	1.35	1.38	1.41	1.44	1.47	1.50	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
56												1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.62	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
58												1.36	1.40	1.45	1.49	1.53	1.56	1.60	1.64	1.67	1.71	1.74	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
60												1.46	1.51	1.55	1.59	1.64	1.68	1.72	1.76	1.80	1.83	1.87	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91

**Tabla 8. Volumen con corteza comerciable**

D(cm)/Ht(m)	VOLUMEN CON CORTEZA COMERCIALIZABLE																								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01																		
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02															
8	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03															
10			0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05													
12			0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08													
14			0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12						
16			0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16						
18			0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21						
20			0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26						
22						0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32						
24						0,24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38						
26						0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45						
28								0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
30								0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,69
32								0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78
34								0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89
36										0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00
38										0,76	0,79	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97	0,99	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
40										0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05	1,08	1,11	1,13	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25
42										0,94	0,97	1,01	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17	1,20	1,22	1,25	1,28	1,31	1,33	1,36	1,38
44										1,03	1,07	1,11	1,15	1,18	1,22	1,25	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50	1,52
46										1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,55	1,58	1,61	1,64	1,67
48												1,33	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54	1,58	1,62	1,65	1,69	1,72	1,76	1,79	1,83
50												1,45	1,50	1,54	1,59	1,63	1,68	1,72	1,76	1,80	1,84	1,88	1,92	1,95	1,99
52												1,57	1,63	1,68	1,73	1,77	1,82	1,87	1,91	1,95	2,00	2,04	2,08	2,12	2,16
54												1,70	1,76	1,81	1,87	1,92	1,97	2,02	2,07	2,11	2,16	2,20	2,25	2,29	2,33
56												1,84	1,90	1,96	2,01	2,07	2,12	2,18	2,23	2,28	2,33	2,38	2,43	2,47	2,52
58												1,98	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,34	2,40	2,45	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71
60												2,12	2,19	2,26	2,33	2,39	2,45	2,51	2,57	2,63	2,69	2,75	2,80	2,86	2,91

**Tabla 9. Volumen sin corteza comerciable**

	VOLUMEN SIN CORTEZA COMERCIALIZABLE																									
D(cm)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																			
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01																
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																
10			0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03													
12			0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05													
14			0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08							
16			0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10							
18			0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13							
20			0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17							
22						0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21							
24						0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25							
26						0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30							
28						0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35							
30						0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45
32						0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52
34						0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59
36								0,45	0,47	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67
38								0,51	0,53	0,55	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,76	0,76
40								0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,85	0,85
42								0,63	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,94
44								0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,04
46								0,77	0,80	0,83	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,11	1,13	1,15	1,15
48										0,91	0,94	0,97	1,00	1,02	1,05	1,07	1,09	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,26
50										1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,14	1,17	1,20	1,22	1,24	1,27	1,29	1,31	1,34	1,36	1,38	1,38
52										1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,38	1,41	1,43	1,46	1,48	1,50	1,50
54										1,18	1,22	1,25	1,29	1,32	1,35	1,38	1,42	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,58	1,61	1,63	1,63
56										1,28	1,32	1,36	1,39	1,43	1,47	1,50	1,53	1,56	1,60	1,63	1,66	1,68	1,71	1,74	1,77	1,77
58										1,38	1,42	1,46	1,51	1,54	1,58	1,62	1,65	1,69	1,72	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,91
60										1,48	1,53	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,82	1,86	1,89	1,92	1,96	1,99	2,02	2,05	2,05

### Tabla10. Surtido de Madera para plantaciones de *Pinus tropicalis*

Tabla de surtido para plantaciones de Pinus

CD	% M. Rolliza(6-13)	% M. en Bolo 1 (13.-24)	% M. en Bolo 2 (+24)	% de Leña	% de Corteza
6	17,23			31,66	51,11
8	34,87			17,69	47,44
10	44,2			11,28	44,52
12	51,83	3,4		6,24	38,53
14	33,98	23,8		3,89	38,33
16	23,27	35,99		2,57	38,17
18	16,97	43,26		1,75	38,02
20	12,49	48,38		1,24	37,89
22	10	47,85	6,71	0,98	34,46
24	7,72	41,36	15,85	0,73	34,34
26	6,61	35,26	28,26	0,58	29,29
28	5,32	30,16	36,76	0,48	27,28
30	4,44	24,52	43,48	0,38	27,18
32	3,58	20,35	48,68	0,31	27,08
34	3	17,65	52,11	0,25	26,99
36	2,57	15,15	56,97	0,2	25,11
38	2,14	13,13	59,52	0,18	25,03
40	1,8	11,24	61,87	0,14	24,95
42	1,55	9,7	63,75	0,12	24,88
44	1,36	8,39	65,34	0,1	24,81
46	1,19	7,41	66,58	0,08	24,74
48	1,02	6,73	69,23	0,07	22,95
50	0,92	5,8	70,33	0,06	22,89
52	0,81	5,25	71,07	0,05	22,82
54	0,71	4,64	71,84	0,04	22,77
56	0,63	4,2	72,43	0,03	22,71
58	0,57	3,79	72,95	0,03	22,66
60	0,53	3,35	73,5	0,02	22,6

**Tabla 11. Tabla de densidad para plantaciones de *Pinus tropicalis* (Pinar del Río)**

	Densidad										
Altura Media	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	.9	.8	.7	.6	.5
5	12.7	11.9	11	10.2	9.3	8.5	7.6	6.8	5.9	5.1	4.2
6	16.6	15.5	14.4	13.3	12.2	11.1	9.9	8.8	7.7	6.7	5.5
7	22.6	21.1	19.6	18.1	16.6	15.1	13.6	12.1	10.6	9.1	7.5
8	27	25.2	23.4	21.6	19.8	18.0	16.2	14.4	12.6	10.8	9
9	33.3	31.1	28.9	26.6	24.4	22.2	20	17.8	15.5	13.3	11.1
10	36.3	33.9	31.5	29	26.6	24.2	21.8	19.4	16.9	14.5	12.1
11	37.9	35.4	32.9	30.4	27.8	25.3	22.8	20.2	17.7	15.2	12.6
12	43.4	40.5	37.6	34.7	31.8	28.9	26	23.1	20.2	17.3	14.4
13	79.3	74	68.8	63.5	58.2	52.9	47.6	42.3	37	31.7	26.4

**Nota:** Cada cuadrícula contiene los valores de área basal por hectáreas en metros cuadrados en función de la altura y la densidad correspondiente

**Datos de los autores**

Marta Bonilla Vichot

Fecha de nacimiento 24 ,01,53,

Cuba

Graduada de Ingeniera Forestal (1980)

Profesora Auxiliar

C,Dr.en Ciencias Forestales.

Imparte clases de Dendrología y Silvicultura. Pertenece al grupo de investigación de viveros forestales

Email [mbon@af.upr.edu.cu](mailto:mbon@af.upr.edu.cu).

Dr.Germán Padillá Torres

Ing.Forestal

Profesor Auxiliar

Especialista en Silvicultura

Dr.Andres E,Ares Rojas

Ing.Forestal.Profesor Auxiliar

Especialista en Ordenación y Dasometría

Facultad de Forestal y Agronomía

Universidad de Pinar del Río,Cuba