

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.**  
**Centro Tropical de Enseñanza e Investigación**  
**Turrialba, Costa Rica**

**INFORME SOBRE REFORESTACION, MEJORAMIENTO DE ARBOLES Y TRATAMIENTOS  
SILVICULTURALES EN EL SUR DE ESTADOS UNIDOS**

Por

**Jorge E. Becerra**  
**Estudiante Graduado**

**Octubre**  
**1970**

INFORME SOBRE REFORESTACION MEJORAMIENTO DE ARBOLES Y TRATAMIENTOS  
SILVICULTURALES EN EL SUR DE ESTADOS UNIDOS

I N T R O D U C C I O N

El presente informe corresponde al viaje de estudios efectuado en Estados Unidos. Esta gira de estudio fue programada por el Departamento de Ciencias Forestales Tropicales del IICA/CTEI, en cooperación con el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Dicho viaje se llevó a cabo del 23 de agosto al 16 de setiembre de 1970.

El viaje fue dirigido y coordinado por el ingeniero forestal M.S. Thomas A. McKenzie, Jefe del Departamento de Ciencias Forestales Tropicales mencionado.

El informe se ha dividido en dos partes, incluyendo en la primera una corta revisión de literatura que se efectuó en forma previa al viaje.

## PRIMERA PARTE

### REVISION DE LITERATURA

La revisión de literatura se efectuó con base en el libro titulado "Regional Silviculture of the United States", editado por John W. Barrett en el año de 1962.

Para efectos de revisión de literatura se divide la zona visitada en dos grandes regiones: 1 - "The Coastal Plain Southern Pine Region" 2 - "The Appalachian Highland Region".

#### I. SILVICULTURA EN LA ZONA DE COASTAL PLAIN.

La región del Coastal plain incluye, entre otras zonas, las partes orientales de Carolina del Norte y Carolina del Sur, la mitad de la zona sur de Georgia, dos tercios del sur de Alabama, todo el Mississippi y Louisiana (excepto por el llano inundable) y pequeña porción del suroeste de Tennessee(1).

Según Barrett agricultores y otros pequeños propietarios poseen dos terceras partes del total de tierras forestales.

Principales Tipos de Bosques.- De acuerdo a Barret los pinos del Coastal Plain están compuestos predominantemente por cuatro pinos de madera dura: longleaf Pinus palustris, slash- P. elliottii, loblolly - P. taeda, shortleaf- P. echinata.

Mezcla de P. taeda y P. echinata cubren la mayor área de Coastal Plain.

La habilidad de P. taeda para producir abundante semilla y crecer en una amplia variedad de suelo y condiciones de cubierta, ha resultado en un reemplazo del menos agresivo P. palustris sobre gran parte del Coastal Plain.

Los tipos de cypress tupelo (Taxodium distichum) y otros ocurren en sitios aluviales de los pantanos.

## II. SILVICULTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PINOS

A. LONGLEAF PINE Pinus palustris.- La demanda de sitio de esta especie es principalmente por adecuada humedad. Donde la humedad del suelo es limitante, como es el caso frecuente en competencia de vegetación herbácea, su crecimiento se reduce o es inhibido, aunque su principal habitat es el seco. El P. palustris presenta un climax de "fuego" el cual en condiciones naturales predomina sólo donde ocurren largos períodos de quemas.

(1). Crecimiento.- El crecimiento y producción de P. palustris es generalmente menor que P. taeda o P. echinata. El P. palustris es mejor aclimatado y adaptado sobre sitios secos que las otras especies y produce más volumen que ellos sobre sitios secos.

La edad de rotación depende del producto deseado. Para pulpa puede ser una edad de 35 años y para aserrío una edad de 70 años de rotación en promedio.

(2) Registro de producción de semilla.- Los conos deberán ser contados antes de su maduración y caída. Los factores que afectan la producción de los conos son: edad de árboles, fertilidad del suelo, grado de liberación de árboles semilleros, destrucción de flores y conos y enfermedades de conos. Abundante producción de semilla es esporádica y cada 10 años, aunque la rotación no puede ser rígidamente establecida.

(3) Método de Cortas por árbol semillero.- Provisión de suficientes conos se encuentran en la primavera, las cortas se efectuarán entre el último verano y la primavera. Diez a doce árboles por acre, de buena producción de semilla y bien distribuidos (25 a 30 x Ha.) son retenidos para conseguir suficiente ocupación y garantía. En adición, los conos de los árboles cortados justamente al estar maduros ayudará en la diseminación.

Una alternativa consiste en realizar una ligera corta preparatoria antes de que caiga la semilla, dejando cerca de 40 árboles por acre. (100 x Ha.). Después de la germinación de la semilla, el rodal es cortado por parejo. Esta técnica modificada de Shelterwood puede evitar muchos de los problemas del sistema de árbol semillero (Ej. vientos), particularmente para mantener un rodal bien ocupado hasta que una regeneración adecuada se haya establecido. El sistema modificado de Shelterwood evitará la vegetación indeseable (hierbas y maderas duras) hasta que la reproducción esté virtualmente asegurada.

(4) Prescripción del fuego. El fuego para reducir la capa de acículas será establecido antes de que caiga la semilla y justamente antes de las cortas. Otros métodos para reducir la materia orgánica y exponer el suelo mineral, tales como arado y remoción con rastrillo pueden ser usados en lugar de fuego (Croker 1959).

(5) Determinación de germinación y ocupación. La germinación tiene lugar tres semanas después de la caída de la semilla. Si el método alternativo de Shelterwood es usado, la ocupación será hecha al final de la primera estación de crecimiento, antes de la corta final. La ocupación de miliacre (número de miliacres por acre, parcelas de 2 x 2 m, ocupados al menos por un brinzal), deberá exceder el 60%.

Munty (1954) señala como buena ocupación de regeneración la existencia de 2.000 brinzales por acre (4.940 x Ha.)

(6) Remoción de árboles semilleros.- Si la ocupación es adecuada, los árboles semilleros son cortados. Dejar árboles semilleros más tiempo del necesario, por propósitos de seguridad, resultará en un estancamiento y pérdida de brinzales adyacentes a los árboles semilleros. En el sur de Alabama esta zona de interferencia se extiende hasta 15,0 m. (Walker and Davis 1956).

(7) Extracción de maderas duras.- Las maderas duras compiten con el P. palustris por humedad del suelo, luz y posiblemente nutrientes y su remoción es esencial. El mejor tiempo para liberar el pino, en términos de sobrevivencia y crecimiento parece ser durante el primer año después de la germinación. Según Walker (1954) parece que el control de maderas duras es más efectivo sobre sitios pobres.

(8) Tala rasa en fajas.- La selección en grupos o tala rasa en fajas es inconveniente porque las "paredes" o bordes de los árboles del bosque residual retardan el crecimiento de los brinzales en las aperturas adyacentes. Este efecto de retardo excede el alcance de las copas, extendiéndose hasta 16,50 m. En adición al vigor, la sobrevivencia es también reducida cerca a los bordes.

(9) Cortas intermedias.- El manejo intermedio incluye aclareos que reducen el área basal a cerca de 80 pies cuadrados sobre sitios promedios (18,37 m<sup>2</sup> x Ha.); aquellos sitios bien ocupados puede ser natural que tengan un área basal de 120 pies cuadrados (27,05 m<sup>2</sup>). Tales aclareos pueden ser necesarios frecuentemente cada 10 años.

Aunque el P. palustris responde al aclareo, esta práctica es objeto de debate y depende sin duda de la edad y vigor de los árboles, crecimiento antes del aclareo y condiciones climáticas después del aclareo. En el sur de Alabama, aclareos intensivos a la edad de 22 años incrementaron el diámetro de los árboles dominantes pero cayó el incremento de producción en pies cúbicos 20 años más tarde (South Forest Experiment Station, 1954).

(10). Podas.- La poda manual es frecuentemente recomendada para árboles que crecen al abierto, los cuales de otra forma nunca producirían madera de buena calidad. Los rodales bien ocupados son podados naturalmente.

B. SLASH PINE Pinus elliottii. - El P. elliottii se encuentra naturalmente en los sitios drenados de la "Coastal Plain" y en suelos arenosos de esta misma zona.

(1). Aclareos. - En las plantaciones y rodales naturales los aclareos pueden efectuarse por temprano a la edad de 12 años. Las copas deberán estar como mínimo a una distancia de  $1/3$  del total de la longitud del árbol. Los rodales con árboles de tamaño latizal o poste requieren frecuentemente un aclareo cada 4 años y los rodales para madera de aserrío cada 10 años.

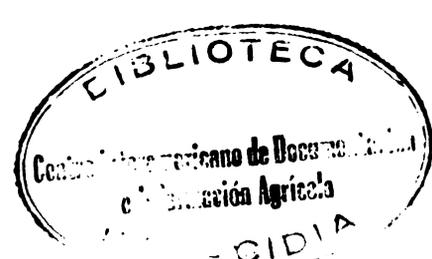
Los árboles que van a ser extraídos en cortas intermedias son marcados selectivamente 5 años antes de su remoción y los tratamientos silviculturales son integrados con manejo de producción de oleoresina.

(2) Tratamientos Silviculturales. Las cortas por selección (diámetro mínimo) pueden ser empleadas, en vista de que los brinzales son tolerantes a la cubierta de los árboles semilleros, pero para máxima eficiencia, particularmente en bosques manejados para pulpa, los rodales regulares obtenidos por plantación artificial son preferidos.

(3) Plantaciones. - El P. elliottii es recomendado para plantaciones a un espaciamiento de cerca de 2,40 x 2,40 m. Las plantaciones deben estar precedidas por completa erradicación de hierbas y maderas duras. De otro lado, la humedad del suelo, es apreciablemente mayor donde la vegetación herbácea y el roble han sido eliminados, resultando en más vigorosos brinzales. La erradicación de maderas duras y malezas es efectuada usualmente por medios mecánicos, acompañada por aplicación de arboricidas.

Es de anotar que en las arenas del "Sand Hills" la nutrición de las raíces de los pinos está en su mayor parte a menos de 7,5 cm. de profundidad.

En las colinas arenosas de Carolina, la supervivencia de las plantaciones de P. palustris depende de una adecuada preparación del suelo con tractor y que se efectúe la plantación con material de vivero de alta calidad.



(4). Poda.- Bennet (1955) ensayó dos programas de poda para plantaciones de P. elliotii: a los 5 ó 6 años podaba hasta 2,40 m; 5 años más tarde efectuaba una poda hasta 5,10 m. El notó la reducción en crecimiento diamétrico en plantaciones de 11 años, cuando más que el 35% de la copa viva es removida y encontró que la poda del 80% de la copa viva no afecta el crecimiento en altura.

(5) Siembra directa.- El P. elliotii se adapta mejor que el P. taeda para la diseminación por siembra directa. Este tipo de siembra también es importante en la reforestación de P. palustris.

C. LOBLOLLY PINE Pinus taeda

(1) Sitio típico. El P. taeda prefiere sitios húmedos, teniendo su máximo crecimiento sobre suelos con drenaje pobre y arcillas húmedas y a menudo es mejor desarrollado en las orillas de áreas pantanosas.

(2) Crecimiento.- Durante los primeros 20 años, el P. elliotii puede crecer tan rápido como P. taeda; pero mucho más tarde, cerca de 80 años, el crecimiento de P. taeda generalmente excede a otros pinos del sur.

(3) Aclareos.- Como el P. taeda prefiere los mejores sitios, la competencia con maderas duras por espacio de crecimiento, luz, humedad y nutrientes es común. Rara vez es necesario erradicar completamente las maderas duras, pero el control de especies de poco valor es necesario.

Se cita un ejemplo donde el crecimiento en altura de pinos fue de 2,70 m. controlando mediciones; cuando se aplicó tratamiento o eliminación al piso superior de maderas duras, el crecimiento en altura fue doblado y el crecimiento diamétrico cuadruplicado en dos estaciones (Miller and Tissue, 1956).

Varias reglas de pulgar han sido elaboradas para los aclareos, pero en los últimos análisis, los árboles mismos son la mejor guía. Cuando en un rodal las copas vivas de árboles dominantes son menores que el 30 al 40% de la altura total, el crecimiento en diámetro es tan bajo que un aclareo es a menudo deseable.

(4) Sistemas Silviculturales.- Debido a que las cortas por selección (árbol único) destruyen las características del bosque regular y perpetúan las especies tolerantes, tienen un uso muy limitado en rodales de P. taeda. De otra parte, la selección en grupos forma espacios adecuados para la reproducción de rodales regulares en grupos de muchas especies intolerantes.

El sistema de cortas sucesivas (Shelterwood) no ha sido extensivamente usado en rodales de loblolly pine. Meyer (1955) indica que las cortas sucesivas restringen el crecimiento en altura de la regeneración de P. taeda y P. echinata.

El sistema de árboles semilleros ha sido extensivamente empleado. Chapman (1942) considera que la retención de hasta 10 árboles semilleros por acre (25 x Ha.) es económico. Estos árboles pueden ser removidos dos años después del establecimiento de los brinzales, con pequeño daño para la joven regeneración, o ellos pueden ser retenidos y cortados en el primer aclareo.

Para estimular la producción de semilla, los árboles semilleros deben ser liberados y tener libres sus copas (o cimas de copas) por todos los lados. Esto deberá hacerse, al menos tres años antes de la corta.

(5) Podas. Los fustes deben ser podados hasta una altura de 5,10 m., cerca de 100 árboles por acre (250 x Ha.) de los mejores formados y libres de enfermedades serán tratados. Obviamente esta operación es conveniente efectuarla sólo cuando se quiere producir madera de aserrío.

(6) Plantaciones.- El P. taeda es generalmente plantado a 1,80 x 1,80 m., pero la tendencia es a abrir el espacio. Con máquina plantadora se efectúa la plantación a 2,40 x 3,0 m., esto permite el acarreo o paso entre hileras en las subsiguientes operaciones de aclareo.

D. SHORTLEAF PINE - Pinus echinata.- El P. echinata está asociado con P. taeda a través de muchas de las partes superiores o altas del interior del golfo del valle costero. Hacia el norte, donde el P. taeda es menos común, el P. echinata forma a menudo bosques puros o mezclados con maderas duras. En rodales puros o cuando está mezclado con P. taeda forma masas regulares y muchas prácticas silviculturales sugeridas para P. taeda son recomendadas.

### III. TECNICAS SILVICULTURALES PARA TODOS LOS TIPOS.

Control de maderas duras. Las especies indeseables se establecen rápidamente sobre las tierras de pinos del sur.

Después de varios aclareos o cortas de monte alto, las especies indeseables avanzan y tratan de dominar en el rodal. Irónicamente la mejor manera de controlar las maderas duras es guardando el dosel del pino.

Densa sombra, gran cantidad de acículas y fuerte competencia por humedad del suelo son efectivos controles.

Debido al alto valor de la producción de bosques de pinos y el bajo valor cuando dominan las maderas duras, la producción de pino deberá ser continuada. Sin embargo, en ocasiones, árboles bien formados de especies comerciales tales como: yellow-poplar- Liriodendron sp., black cherry Prunus serotina y roble rojo del sur - Quercus sp., ocurren entre los pinos y puede ser justificable retenerlos como parte de la ocupación del rodal aún cuando ellos sobrepasen la cubierta de los pinos.

Después de varios años, el control de arbustos y de maderas duras se complementa con una gran variedad de métodos; uno de los métodos viejos convencionales consiste en el anillamiento de grandes árboles, mientras los fustes de menos de 15 cm. de diámetro son a menudo cortados.

Los tocones son asperjados con 2,4,5-T para evitar la aparición de retoños.

#### IV. SILVICULTURA EN "THE APPALACHIAN HIGHLAND REGION".

Silvicultura de los principales tipos de bosques.- La región de los Apalaches incluye, entre otras zonas, parte de los Estados de Norte Carolina, Sur Carolina, Georgia, Alabama y Tennessee. Cerca del 60% de los terrenos están reforestados. Del área forestal total, 98% está clasificada como bosque comercial. Las áreas no comerciales incluyen el parque nacional "Great Smoky Mountains".

A. Grupo de pinos amarillos.- Cinco pinos amarillos son incluidos en el grupo: P. taeda, P. echinata, P. virginiana, P. rigida y P. pungens. Otros pinos amarillos como P. palustris y P. resinosa ocurren infrecuentement.

Tratamientos Silviculturales.- El sistema de árboles semilleros ha sido el más usado para P. taeda y P. echinata. Cuando los rodales de estas especies son manejados por el sistema de árboles semilleros, dejan al menos para P. taeda de 5-10 árboles por acre (12-25 x Ha.) y para P. echinata de 10-15 por acre (25-37 x Ha). Estos árboles se seleccionan entre aquellos que tengan las siguientes características: árboles sanos, bien formados, de crecimiento rápido, dominantes, con diámetro mayor de 35 cm. y que tengan al menos 50 conos maduros en la copa de cada árbol. Para pulpa u otra corta rotación el mismo número de árboles de diámetro mayor de 25 cm. se deja como árboles semilleros, suministrando a los árboles completa liberación cinco años antes de efectuar las cortas.

Las cortas totales en fajas dan buen resultado en la regeneración de P. virginiana, por ser especie intolerante. Las fajas deben tener un ancho de 30 a 120 metros. Para una mejor distribución de semilla, las fajas se deben disponer en ángulo recto a la dirección del viento dominante.

El sistema de Shelterwood ha sido recomendado para P. rigida por su susceptibilidad al viento.

B. Tipo de pino blanco del este. Este grupo incluye bosques de la región de Apalaches en los cuales el pino blanco - Pinus strobus es abundante.

El pino blanco se encuentra frecuentemente asociado con maderas duras en rodales extensos.

Tipo Oak - Hickory.- Incluye 12 especies de roble (Quercus sp.) y 8 especies de Hickory (Carya sp.)

#### B I B L I O G R A F I A   C O N S U L T A D A

BARRETT, J. W. Regional silviculture of the United States. New York, The Ronald Press Company, 1962. 610 p.

## SEGUNDA PARTE

### I. REFORESTACION EN ALGUNAS ZONAS DEL SUR DE ESTADOS UNIDOS

#### 1. MANEJO DE VIVEROS

A. Vivero Forestal "Ashe" del Bosque Nacional De Soto.- El vivero "Ashe" del bosque nacional De Soto se halla ubicado cerca a Gulfport. En este vivero se obtienen de 20 a 50 millones de árboles al año. Producen árboles de los cuatro pinos amarillos del sur: P. taeda, P. elliotii, P. palustris, P. echinata. Los mayores porcentajes de producción corresponden a las dos primeras especies mencionadas; sin embargo, se tiende a incrementar la producción del P. elliotii por ser una especie de fácil manejo.

Se nos indica que un vivero grande bien tecnificado da gran ventaja económica.

a. Localización.- El vivero se halla bien localizado respecto a las áreas de plantación, gastando máximo 1 día a cualquier zona de éstas.

b. Costos.- En el vivero se produce una cosecha al año y el costo de producción es de U.S. \$ 10,5 por 1.000 plantas.

Semillas.- La semilla se almacena en canecas cerradas herméticamente y guardadas en cámaras refrigeradores a temperatura de 6, 7 grados centígrados bajo cero. Se siembran 15 semillas por pié cuadrado para P. palustris, y 28 semillas en la misma superficie para las especies: P. echinata, P. taeda y P. elliotii.

c. Semilleros.- El vivero está dividido en bloques de 10 hectáreas. Cada bloque puede producir 5.000.000 de arbolitos. Un semillero de 1,56 m. de ancho y 240 m. de largo produce 100.000 plántulas. El ancho del sendero entre almácigos es de 59 cm. Para construir la era se usa tractor.

Cada segundo año se usa el bloque y en el año de descanso se siembra sorgo, incorporando luego este cultivo al suelo, antes de que la planta produzca semilla.

d. Enfermedades.- Para combatir las enfermedades producidas por Fusarium y Pythium se usa el fungicida VORLEX, el cual se aplica inyectado al suelo, regando enseguida el semillero.

e. Herbicida.- Para control de hierba en los semilleros se aplica por aspersión thinner en proporción de 12 a 30 galones por acre. Esta aplicación se efectúa 2 veces por semana, aplicando el producto a presión baja. Es importante aplicar el thinner bien temprano en la mañana (5 a 8 a.m.), cuando el pasto está aún mojado, para que el producto resulte efectivo.

f. Fertilizantes.- La aplicación de fertilizantes en el vivero se efectúa previa la recomendación de los análisis químicos que se efectúan cada año. Se aplica en ocasiones fertilizante 6-24-24, en proporción de 500 libras por acre. En principio se aplica poco nitrógeno porque se ha observado que al aplicarlo en el primer mes se puede producir clorosis. Al 2º ó 3º se aplica nitrógeno, agregando luego agua. El fósforo se aplica al comienzo del cultivo.

g. Riego.- El sistema de riego es por aspersión, con control automático. El agua se extrae de pozos de 200 m. de profundidad.

Las raíces de las plántulas de P. palustris se podan en el mismo semillero, utilizando una cuchilla llevada por un tractor.

h. Empaque de plántulas.- Luego de la extracción de las plántulas del vivero, se pasan a una construcción cubierta donde se efectúa la clasificación y empaque. Los arbolitos van circulando por una banda sin-fin y la clasificación la efectúan trabajadores entrenados, agrupando los árboles en tres categorías (1ª, 2ª y 3ª clase).

Los arbolitos se podan dejando sólo 17,5 cm. de raíz. Se forman luego atados o paquetes de 1.000 plántulas, las cuales se cubren con musgo

esfagno y posteriormente se envuelven en papel alquitranado, amarrándolas bien con cinta de acero. El peso de cada paquete es de 45 libras.

Los paquetes de plántulas se transportan a las cámaras refrigeradoras por medio de cargadores mecánicos. En las cámaras refrigeradoras se mantiene la temperatura de 0 a 4,4 grados centígrados. Las plántulas pueden conservarse muy bien durante 3 días en la refrigeradora, sin embargo, se pueden mantener en ésta un máximo de 2 semanas. El transporte de las plántulas a los sitios de plantación se efectúa en camiones que poseen cámaras refrigeradoras.

- B. Vivero Forestal de la Universidad de Auburn.- Fuera de pinos se propagan en este vivero, árboles de latifoliadas correspondientes a los siguientes géneros: Liquidambar, Platanus occidentalis, Liriodendron y Populus. El álamo se deja crecer hasta 2 m. y luego se planta en tocones de 15 cm. Se nota que las estacas usadas en plantación artificial resultan antieconómicas.

En las eras se aplica aserrín en proporción de una capa de 2" de espesor, luego se mezcla el aserrín con el suelo por medio de una rastra. Al principio se utiliza fertilizante 4 - 12 - 12 y más tarde se agrega nitrógeno como elemento único.

El sistema de riego es por aspersión y se usa en la proporción de 1" por semana. La altura a que se hallan los tubos para riego es de 1,50 m. El pozo de donde se extrae el agua tiene 1.000 m. de profundidad.

- C. Vivero de la compañía Bowaters Southern Corporation.- La compañía productora de papel "Bowaters Southern Corporation" tiene un vivero cerca a la población de Calhoun. Este vivero produce 26.000.000 de árboles.

Se indica que si el vivero produce más de 15.000.000 de árboles, resultará económico.

La poda de las raíces se hace directamente en semilleros.

En el proceso de empaque, clasificación y almacenaje de árboles se usan los siguientes procedimientos: a) el número de árboles se determina por peso b) las plántulas empaquetadas se conservan hasta 3 meses en cámaras refrigeradoras y se dejan en ocasiones hasta un máximo de 9 meses. La temperatura que se mantiene en la cámara refrigeradora varía de 1,7 a 3,3 grados centígrados. En esta cámara también se conservan plántones deshojados de Liriodendron, Fraxinus y Platanus occidentalis.

Existe otra cámara refrigeradora, donde se almacenan semillas en cajas herméticamente cerradas, a una temperatura de - 9,4 a - 6,7 grados centígrados.

En el vivero se usa thinner como herbicida, en la proporción de 15 galones por acre. Este herbicida se aplica sólo en semilleros de pinos y es de buena eficacia si se aplica en el momento en que la hierba empieza a crecer.

Las semillas se siembran en el suelo del almácigo sin enterrarlas, y luego se coloca capa de hojas de acículas.

Los fertilizantes se aplican en forma líquida regando con aspesor.

En los semilleros de latifoliadas se podan los fustes para mantener un tamaño uniforme.

## 2. PLANTACIONES ARTIFICIALES

A. Plantaciones en el Bosque Nacional De Soto. En las plantaciones efectuadas en el Bosque Nacional De Soto, se procura mantener alta densidad para evitar el problema de destrucción de árboles por huracanes, ya que los árboles de copa angosta tienen mayor resistencia. Este sistema se practica, aunque no se tiene tanta producción como se obtendría a mayor distancia, Ej. 4 x 4 m. La distancia de plantación más empleada es de 3 x 3 m.

Cuando se utiliza máquina para la plantación, los árboles se plantan a distancia de 2,5 x 4,0 m. Es importante en este sistema de plantación mecánica que el tractor vaya a velocidad constante, para que el trabajador plante los árboles empleando un ritmo uniforme.

Para la preparación del sitio se usa un rodillo grande con dientes tirado por un tractor. Al rodillo se le echa agua para aumentar el peso. Este aparato prepara el suelo, pasando por encima de los tocones de los árboles talados. Después de pasar el rodillo se pasa el arado combinado con sembradora. La parte de la sembradora que cubre los árboles con tierra está constituida esencialmente por dos llantas dispuestas de tal manera que forman un ángulo agudo.

B. Sistemas de plantación de Bowaters Southern Corporation.

La compañía "Bowaters Southern Corporation" está llevando a cabo extensas plantaciones artificiales en áreas cercanas a Calhoun. Esta compañía tiene tres plantas de pulpa las cuales utilizan procesos al sulfito, sulfato o Kraft, y mecánico. En el primer proceso se usa madera de latifoliadas y en los otros dos, coníferas.

a. Política en materia de reforestación.- Los planes de reforestación están determinados por un turno de aprovechamiento de 35 años. Se maneja luego el bosque por áreas de superficie igual. El rodal mínimo para manejar oscila entre 300 a 500 acres.

De una superficie total programada de 575.000 acres, son dueños de 400.000 y esperan comprar el resto del área.

Se tiene la idea de fomentar la reforestación en terrenos de propietarios particulares, pero la empresa señala que esta política es poco segura. Se considera, que en general, el agricultor piensa que el bosque es como una cuenta de ahorros, el cual se debe aprovechar sólo en la época de escasez. La compañía piensa que la promoción de reforestación en terrenos de particulares presenta las siguientes desventajas:

a) incumplimiento del contrato; b) aumento de los costos de materia prima.

El valor de la madera va aumentando día a día, razón por lo cual la política de tener terrenos propios resulta más rentable. Otro factor que tiene en cuenta la compañía para adquirir terrenos, es la expansión

general de la industria; a este respecto considera que el incremento industrial significa mayor competencia en terrenos para adquirir y en materia prima.

La fábrica vale US\$ 120.000.000 y el bosque tiene valor de US\$ 10.000.000.

Es importante anotar que se destina un ingeniero forestal para administrar 30.000 acres (12.140 Hás.)

Los sitios a reforestar están cercanos a las fábricas. A este respecto conviene mencionar el concepto de la "International Paper Company" quien considera que el transporte a más de 60 millas (96 Km.) de la planta resulta antieconómica.

b. Plantaciones.- La preparación del sitio para plantación de pinos, en lugares donde existían bosques de poco valor de latifoliadas, incluye las siguientes operaciones: corta de los árboles aprovechables, aplicación de 2, 4, 5-T por avión y luego quema de todos los residuos. En este caso el aprovechamiento de madera fue de 2.000 pies tablares por acre, proveniente de árboles valiosos de diámetro mayor a 5 cm. Señalan que en caso de que no existiera volumen comercial maderable, se cortarían los árboles grandes, se quemaría y luego se plantaría artificialmente.

Se observó un rodal de pino, Pinus virginiana de 12 años, el cual tenía una distancia de plantación muy reducida. En este caso se nos indicó que se cometió un error y no se debe entresacar todavía porque los productos no son rentables; sin embargo, llegará un momento en que el rodal poco crece y aquí se debe intervenir.

En sitios de buena calidad se plantaron pinos a distancia de 1,50 x 1,50 m. (4.444 árboles por Ha.), habiendo obtenido a los 15 años una producción de 25.000 pies cúbicos por acre (708 m<sup>3</sup> x Ha.) Sin embargo, esta distancia de plantación no se puede utilizar en sitios de mala calidad.

En rodales de pinos plantados artificialmente se observan varias latifoliadas, a este respecto se nos indica que estas especies de madera dura se pueden dejar crecer y se cortan al final junto con los pinos, por tratarse en su mayor parte de árboles valiosos. Estas especies corresponden especialmente a los géneros Quercus y Liquidambar.

Las distancias de plantación más utilizadas son de 7 x 7' a 8 x 7' (2,10 x 2,10 a 2,40 x 2,10 m.).

c. Costos de Plantación.- Los costos de plantación incluyen: preparación del terreno US\$ 25,00 por acre, plantación US\$ 22,00. Cuando el aclareo es mecánico el costo total de plantación asciende a US\$ 50,00 por acre. El costo de la plántula en vivero es de US\$ 6,00 por mil arbolitos.

#### C. Ensayos de plantaciones en Stoneville

La Estación Forestal Experimental del Sur del Servicio Forestal de Estados Unidos, lleva a cabo varios ensayos de plantaciones con la especie Platanus occidentalis, en zonas cercanas a Stoneville. Se tiene como objetivo en algunos ensayos aprovechar la fibra de este árbol en ciclos muy cortos, con el fin de obtener materia prima para pulpa.

En los diseños de experimentación se tienen como variables: ciclos de corta de 1, 2, 3 y 4 años, época de corta, edad de 1ª cosecha y distancia de plantación. Se ensayan distancias de plantación que varían de 2 a 5 pies. (0,60 a 1,50 m). Se tienen 4 replicaciones para el estudio de ciclo de cortas.

Se tienen experimentos de estudios de procedencia de Populus escogidos a diferentes latitudes.

Existe un diseño experimental denominado NELDER destinado a determinar la relación existente entre incremento y espacio. Este diseño consta de varias parcelas dispuestas en anillos consecutivos que parten de un sitio central; a medida que los anillos se alejan del punto central, la distancia va aumentando. Este diseño se tiene para álamo Populus sp., pero se considera no satisfactorio para investigaciones de espaciamiento.

## II. ARBOLES SUPERIORES

### 1. INVESTIGACIONES EN EL BOSQUE NACIONAL DE SOTO

En el bosque nacional De Soto, el Servicio Forestal de los Estados Unidos lleva a cabo varias investigaciones sobre árboles superiores.

En el vivero "Ashe" del bosque nacional se pudo apreciar el tipo de injerto de hendidura que es el más utilizado en los planes de mejoramiento de árboles.- Para efectuar el injerto se corta la plántula, de pino (de regular calidad) a una altura de 40 cm. del suelo, cuando esta tiene 1 cm. de diámetro. Las púas con las yemas tienen una longitud de 15 a 20 cm. Las púas para injertar se obtienen del último tercio de la copa (parte más alta), de árboles previamente seleccionados. Luego de practicado el injerto, se cubre éste con una banda de caucho, considerándose que la resina del pino es suficiente para conseguir la unión de la púa con el patrón.

En los programas de mejoramiento han obtenido un híbrido entre P. elliotii y P. palustris que es resistente a la mancha marrón. Este híbrido se caracteriza porque el árbol que se obtiene sale pronto del estado de "hierba", el cual es muy frecuente en P. palustris.

Para obtener árboles resistentes al ataque de Dendroctonus frontalis, se han efectuado injertos con árboles que se mostraron resistentes a esta plaga después de un ataque agudo. Posteriormente se efectuarán entrecruces entre los árboles. La hipótesis es de que el tipo especial de resina es el que hace resistente la especie. En el huerto semillero, 500 árboles aparentemente resistentes a la enfermedad se seleccionaron y probaron, obteniéndose un 10% realmente resistente; estos árboles probados se propagaron por injerto y el resto se entresacó.

En el bosque se hace una primera selección de árboles superiores, para esto al practicar el inventario se reportan los siguientes datos:

- a) Árboles con diámetro mayor que el promedio.
- b) Árboles con altura mayor que el promedio para la misma edad
- c) Buena relación entre la porción de copa y de fuste. En este caso se considera adecuado, menos de 1/3 de copa en relación al fuste.

Las tres primeras características son las más importantes y si el árbol las reúne, se selecciona. Con los árboles así escogidos se establece un arboretum. El objetivo principal es obtener semilla mejorada para los bosques cooperadores. Posteriormente se tratará de obtener cruces controlados a base de polinización.

Se experimenta con árboles de diferentes localidades. El diseño de ubicación de especies por localidades tiene las siguientes características: cada bloque tiene 300 x 400 pies (91 x 121 m.) y posee 10 hileras; dentro de hileras se deja distancia de 30' (4,5m.) y entre hileras 30' (9,1 m.); cada hilera tiene 50 árboles y cada bloque 270 árboles; el bloque debe ubicarse en sentido contrario al viento dominante. Se trata de evitar los cruzamientos no controlados por medio de una adecuada ubicación de los árboles en los bloques. Se separan los bloques con especies de la misma localidad.

Cada bloque tiene árboles de una misma localidad.

Cada árbol se enumera y tiene tarjeta IBM. Cada año se anotan: fallas, defectos, crecimiento, producción de conos, podas etc.

La meta final es obtener 34.000 árboles en 435 acres, con árboles superiores de las siguientes especies: P. taeda, P. elliotii, y P. palustris.

Si existe producción de polen al mismo tiempo en dos especies, existe la posibilidad de cruce. Sin embargo, los híbridos son raros, ya que en general el polen no alcanza a distancia mayor de 120 m. En casos especiales, la neblina puede transportar el polen a distancia de 100 millas. La polinización entre diferentes especies es rara.

El P. palustris no se injerta en el invernadero sino en el sitio definitivo, debido a que esta especie está mucho tiempo en estado de hierba.

Se pronostica un aumento del 10% de producción con árboles provenientes de árboles superiores.

El costo de cada árbol superior probado alcanza a US\$ 500.

## 2. EXPERIMENTACION DE LA UNIVERSIDAD DE AUBURN.

El departamento forestal de la Universidad de Auburn también lleva a efecto investigaciones sobre árboles superiores.

Para las investigaciones, la Universidad selecciona en el bosque árboles de alta calidad, los cuales deben tener las siguientes características:

- 1) Angulo que forman las ramas, horizontal.
- 2) Ramas delgadas.
- 3) Copa pequeña.
- 4) Buena poda natural.
- 5) Tallo perfectamente recto.
- 6) Crecimiento rápido en volumen.
- 7) Árboles de fibra larga y alta gravedad específica.

De los árboles seleccionados se traen ramitas para injertar. Luego se recogen semillas y se observa el hijo, si éste no tiene buenas características se quita del huerto semillero; así sólo se dejan árboles probados.

En el arboretum se tienen variedades arbitrarias, con diferencia en suelo (arenoso y arcilloso) y presencia diferente de heladas. Estas son variedades por zonas climáticas y edáficas.

En el sistema de injerto utilizado por la Universidad de Auburn, se cubre la zona injertada con bolsa plástica y de papel, dejando algunos huecos pequeños los cuales se van abriendo posteriormente. A las 3 semanas empiezan a crecer hojas nuevas. Enseguida se va abriendo cada vez más la bolsa, con el fin de suministrar paulatinamente más aire, hasta quitarla totalmente.

Para almacenar el polen se recolectan flores masculinas, se meten en bolsas plásticas, moviéndolas hasta que salga el polen. Luego se seca el polen hasta el 6%. Este secado se hace por centrifugación o vacío.

Posteriormente se almacena el polen en un sitio en el cual se debe mantener temperatura de 3,3 grados centígrados bajo cero. Manteniendo el polen a esta temperatura se puede conservar hasta 1 año.

Los principales problemas que se tienen en el plan de árboles superiores son:

- a) Dificultades en el prendimiento del injerto.
- b) Diferencias en tamaño de árboles, razón por la cual algunos quedan dominados.

El diseño de establecimiento de parcelas de árboles superiores incluye 42 árboles padres, estableciendo luego cruces entre ellos.

### 3. EXPERIENCIAS DE TENNESSEE VALLEY AUTHORITY.

Cerca a Knoxville, Tennessee Valley authority tiene un programa de mejoramiento de árboles y obtención de árboles superiores. Tratan de obtener mejores árboles de las siguientes especies: P. taeda, P. echinata, P. virginiana. Así mismo están ensayando 100 variedades de nogal Juglans sp.

Los planes de mejoramiento incluyen: prueba de características genéticas de los mejores árboles del vivero; ensayos de diferentes procedencias de árboles y selección e identificación de árboles padres de buenas características en el bosque.

Se nos señalan los problemas que se tienen con el bajo prendimiento de los injertos de nogal (0,05%), utilizando el sistema de injerto de escudete. Se trata de resolver este problema teniendo en cuenta las siguientes medidas:

- a) Mantener la humedad de la zona injertada por medio de un vendaje;
- b) Efectuar el injerto en invernadero a 15,6 grados centígrados.

#### 4. INVESTIGACION EN BOWATERS SOUTHERN CORPORATION

La compañía productora de pulpa y papel "Bowaters, Southern Corporation" también tiene su propia investigación en materia de mejoramiento de árboles en zonas cercanas a Calhoun.

En el huerto semillero se plantan los árboles superiores a distancia de 30 x 30' (9,1 x 9,1 m.).

Los árboles superiores se establecen por bloques, plantando en cada bloque árboles de una sola localidad. De una misma localidad hay procedencia de 15 árboles padres y se colocan en tal forma que ningún pariente sea cruzado con otro.

Se trata de obtener árboles padres por injerto porque así se sabe la procedencia y características de los dos árboles padres. En cambio, por semilla, sólo se sabe la procedencia de un padre, debido a que no se sabe la procedencia del polen. En el sistema de injerto se puede activar la producción de semilla.

Los árboles superiores se cruzan por polinización regulada; luego si el árbol probado no es bueno, se corta del huerto. Generalmente a los cinco años de plantado el árbol se empieza a polinizar, ya que en esta época empiezan a aparecer las flores.

El principio más importante es fijar quien es el árbol padre y madre.

Las especies preferidas en los programas de mejoramiento son P. taeda y P. virginiana. Se prefiere de manera especial en la actualidad el Pinus taeda debido a su rápido crecimiento, fácil manejo y adaptabilidad a una amplia variedad de condiciones.

#### 5. INVESTIGACION EN STONEVILLE

En Stoneville, la "Southern Forest Experiment Station" tiene un programa de árboles superiores con latifoliadas. La reproducción de los árboles superiores se hace allí por estacas. De los árboles que se traen del bosque como superiores, se determina la calidad de los hijos según ensayo de estas semillas. Se ha probado que los árboles superiores aumentan el 20% del volumen.

Para la reproducción de árboles por estacas, se almacenan éstas en temperatura cercana a 10°C, nunca bajo 0°C., luego se sacan y se dejan 48 horas en agua. Posteriormente se plantan en el suelo dejando sólo una o dos yemas fuera de él, a fin de obtener buenos fustes.

### III. TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

#### 1. CORTAS INTERMEDIAS

##### A. Prácticas de aclareo de Bowaters Southern Corporation.

La compañía "Bowaters Southern Corporation" señala que los aclareos tienen como objetivos: a) recuperar las inversiones iniciales en los rodales, es decir, que estos deben ser comerciales; b) mejorar la distribución diámetrica de los árboles que permanecen en pie.

El aclareo es a la vez corta de mejora, ya que cortan en el bosque árboles de mala forma. La corta de árboles de mala forma está incluida en los contratos que hace la compañía con personas que aprovechan el bosque, y aunque el contratista no obtiene ganancia de esta labor, al final hay suficiente madera buena para obtener ganancia.

Las plantaciones que se efectúan a una distancia de 7 x 8' (2,10 x 2,40 m.) en forma rectangular, necesitan el primer aclareo de los 14 a 16 años. La guía para efectuar el aclareo consiste en dejar de 70 a 90 pies cuadrados por acre (16 a 20 m<sup>2</sup> x Ha.), como masa forestal adecuada.

Es de anotar que el diámetro máximo de aprovechamiento para pulpa (según las especificaciones de la fábrica) es de 18" (45 cm.).

Se nos indica que el aclareo es justificable en el momento en que el diámetro es comercial o cuando la competencia excesiva inhibe el crecimiento.

Cuando se efectúa un aclareo se aumentan las latifoliadas, pero en 5 a 6 años se cierra nuevamente el dosel y se reduce el problema. En sitios donde existen latifoliadas de poco valor que presentan fuerte

competencia a los pinos, se aplica a los árboles de madera dura arboricida 2,4,5,-T en proporción de 4 libras por 10 galones de aceite diesel por acre.

El sistema de aprovechamiento que lleva a cabo la compañía consiste en 1 raleo a los 15 años y 1 corta final a los 35 años.

Plantaciones de P. taeda en sitio bueno producen en madera 80 cords por acre ( $169,9 \text{ m}^3 \times \text{Ha.}$ ), de los cuales se cortan en el aclareo 50 y se dejan como remanentes 30. En sitio medio, la producción es de 45 cords, de los cuales se aprovechan en el aclareo 7.

#### B. Aclareo en el Bosque Nacional De Soto.

En el Bosque Nacional De Soto se extrae en el aclareo dos terceras partes de la madera, dejando el resto para la cosecha final. En esta forma, el aprovechamiento en total consiste en un 60% de madera para pulpa y 40% para aserrío. Del aclareo, el 80% de la madera es para pulpa. En los aprovechamientos, la madera de 5 a 10" (12,5-25 cm.) de diámetro se destina para pulpa y más de este diámetro se utiliza para aserrío. En los aclareos, los árboles que no producen madera para pulpa no se extraen y se dejan para corta final.

#### C. Ensayos de aclareo en Stoneville

La Southern Forest Experiment Station tiene en ensayo aclareo en parcelas de Platanus occidentalis. El criterio que se va a seguir para efectuar el aclareo es el siguiente: cuando el crecimiento anual corriente se baje, se efectuará entresaque del 20%, 40% y 60% del número de árboles. Luego se removerá el mismo porcentaje de árboles cuando el área basal decline. Se efectuarán entresagues cada 5 años. El objetivo del aclareo es mantener el incremento al máximo. El diseño experimental incluye establecimiento de parcela testigo y bordes en cada parcela, constituidos por 3 hileras de árboles.

2. TRATAMIENTOS SILVICULTURALES DE MONTE ALTO

A. Sistemas silviculturales en el Bosque Nacional De Soto

En los bosques de Pinus palustris las cortas se efectúan por el sistema de tala rasa y se planta de nuevo el bosque en forma artificial. Se llevan a cabo repoblaciones artificiales porque las producciones adecuadas de semillas son muy irregulares (a veces cada 7 años). En esta forma, **no** se puede asegurar una regeneración natural bien uniforme.

En bosques de otras especies, tales como P. echinata y P. taeda se está tratando de regenerar el bosque por el sistema de Shelterwood modificado (cortas sucesivas con variaciones).

B. Tratamientos silviculturales en "TVA".

El organismo Tennessee Valley Authority (TVA) lleva a cabo las cortas de aprovechamiento del bosque por el sistema de tala rasa y luego efectúa plantaciones artificiales, para manejar luego bosques coetáneos. Generalmente el ciclo de corta que aplican es de 8 años y el turno de 80 años.

Aplica además TVA un tipo especial de manejo silvicultural destinado a crear un ambiente propicio para el incremento de la fauna silvestre. El tratamiento en este caso consiste en abrir claros a distancias adecuadas, con el fin de que se establezcan arbustos y arbolitos pequeños que proporcionen luego alimento a la fauna silvestre.