



GUIA DE APOYO DOCENTE

PRODUCCIÓN VEGETAL Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

TEMA 10.- ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

I.- Introducción

Al finalizar el Tema 5 los alumnos están en capacidad de seleccionar el sitio y o terreno para construir un vivero forestal (en base de criterios ecológicos y económicos) para suplir los requerimientos actuales y futuros de un programa de plantación, así como definir las instalaciones básicas que debe contener ese vivero en función de su permanencia o temporalidad o de sí el programa requiere de sistemas de producción más sofisticados, como lo son las técnicas de plantación clonal; hoy día en incremento. Por otra parte, en el Tema 6 se hizo énfasis en el proceso de toma de decisiones, desde el momento en que las instalaciones del vivero se usaran para la producción masiva de material vegetal, incluyendo aspectos de métodos de desinfección de substratos y semillas, tratamientos pre-germinativos, uso de bancales germinadores, trasplante, control y detección de damping off, métodos de siembra, tipos de envases, micorrización, fertilización, riego, control de malezas, podas y endurecimiento, así como aspectos sobre tipos de plantas a producir y calidad de plantas.

Antes de iniciar el capítulo es conveniente familiarizar al estudiante con algunos términos.

Forestación: La acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas terrenos que carezcan de ellas o que estando cubiertos de vegetación arbórea, ésta no sea susceptible de aprovechamiento económico.

Reforestación: La acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación regeneración manejada o siembra un terreno que haya sido objeto de explotación extractiva o destrucción natural o antrópica de su cobertura vegetal.

Plantación Forestal: Acción de forestar o reforestar con especies arbóreas autóctonas o exóticas, capaces de producir una cosecha forestal con fines comerciales o de protección.

Clasificación de opciones de plantación: Generalmente se asocia a una plantación con un cultivo densamente plantado a campo abierto, de una sola especie que cubre completamente el área utilizada, sin embargo este concepto es muy limitado y se restringe al caso de plantaciones densas mono- específicas a campo abierto. Vincent (1993), menciona diferentes variantes de plantación, entre ellas:

1. Variantes de enriquecimiento de masas naturales mediante regeneración artificial (plantación de enriquecimiento).
 - Enriquecimiento intensivo en líneas
 - Enriquecimiento intensivo en fajas
 - Enriquecimiento intensivo en grupos
 - Enriquecimiento extensivo en líneas
 - Enriquecimiento extensivo en fajas
 - Enriquecimiento extensivo en grupos
2. Variantes de conversión (sustitución total) gradual de la masa forestal original, después de la explotación mediante la regeneración artificial.
 - Plantación de conversión en líneas bajo cubierta
 - Plantación de conversión en fajas bajo cubierta
3. Variantes de conversión (sustitución total) brusca de la masa forestal original, después de la explotación mediante la regeneración artificial.
 - Plantación de conversión en líneas a campo abierto (hileras distanciadas de manera que el dosel se cierre al final del turno)
 - Plantación densa a campo abierto, mono o multi- específica
 - Plantación de conversión densa a campo abierto con producción agrícola de corta duración.

La mayoría de los métodos de plantación por enriquecimiento o sustitución gradual de la masa forestal, así como las plantaciones que combinan el cultivo agrícola con forestal (agroforestería) serán considerados en Sistemas Silviculturales. En este curso se hará énfasis en los sistemas de conversión bruscos con plantación densa a campo abierto.

Entre 1980-1990 la superficie en los trópicos convertidas a plantaciones forestales aumentó en un 150% pasando de 18 millones de hectáreas a 44 millones con una tendencia a incrementar (Reis, 1997).

Las plantaciones forestales industriales (mayormente exóticas) cumplen una función importante en la economía de muchos países, a fin de suplir las necesidades de la industria mecánica (aserrío) y química (pulpa para papel y cartón) de la madera así como otros productos de interés (Látex, resinas, carbón vegetal, etc.). En otros países de menor desarrollo económico constituyen una alternativa importante como fuente de combustible en áreas rurales.

En este tema se parte del supuesto que el encargado del vivero (estudiante) haya tomado todas las previsiones técnicas que le permiten contar con material vegetal en cantidad y calidad adecuada par cumplir a cabalidad con los requerimientos de plantas para iniciar el establecimiento de la plantación. Igualmente se ratifica la necesidad de un trabajo sincronizado entre el encargado del proceso de plantación (jefe de plantación, jefe de núcleo, etc.) y el viverista, por cuanto el éxito del proceso como un todo, dependerá del trabajo sincronizado de ambos. Como en temas anteriores, la información proporcionada en esta guía, es general y debe ser complementada con las lecturas de tesis de grado o boletines técnicos de las empresas a fin de tener una visión más amplia de cada caso particular.

El Coordinador de plantación o núcleo deberá suministrar información a tiempo sobre superficies a reforestar o forestar y especies a utilizar, tiempo previsto para iniciar la plantación, cuota diaria (estimada) de plantación, modalidad (estacas Vs semillas), etc. Por su parte el viverista deberá planificar el proceso de producción en función de la cantidad de semillas a adquirir por especies / procedencias / superficie a plantar, clones y estacas / clon, requisición de substratos, tubetes, bolsas, pesticidas, reguladores de crecimiento, preparación de superficies dentro del viveros para cuartos de sombra, viveros al descubierto, etc., llegándose en algunos casos a planificar la producción diaria o la confección de estacas en función de la cuota diaria de plantación, a fin de que el material que sea despachado del vivero tenga el mismo tiempo de producción, independientemente se trate del inicio o final del período de plantación.

Es necesario recordar que cada especie tiene un tiempo optimo de permanencia en el vivero, fuera del cual la planta puede ser muy pequeña o demasiado grande para asegurar el éxito de su prendimiento en campo, este tiempo y calidad de plantas puede ser manipulado (dentro de ciertos limites) por el viverista a través de riego, fertilización, podas, etc. y también puede variar en función del sitio (en zonas frías el crecimiento en general es mas lento en contraposición a zonas cálidas). En todo caso todo el proceso de producción debe estar documentado, con un riguroso control de costos y rendimientos así como las variaciones que tengan lugar durante el proceso; esto constituye la administración del vivero.

En la mayoría de las empresas organizadas existen manuales y procedimientos prácticos para la ejecución de todo el proceso y es difícil que se encomiende a un ingeniero sin experiencia el mismo. Sin embargo de darse el caso, además de documentarse adecuadamente, el viverista debe apoyarse en el personal técnico y obrero con mayor experiencia en la producción, sin considerar que este hecho vaya en detrimento de su desempeño profesional.

Llegando a este punto, nos encontramos con el proceso de plantación propiamente, la plantación puede tener como objetivo fines de protección, de producción y/o mixtos.

El primer caso esta asociado generalmente, con programas de recuperación de cuencas, en los cuales la plantación es una herramienta más; en conjunto con obras de ingeniería, para disminuir los efectos adversos de la erosión sobre la calidad del agua, sedimentación de embalses, daños por crecidas e inundaciones, etc. Cabe destacar que la Compañía Nacional de Reforestación (CONARE) ha sido la empresa que ha tenido bajo su responsabilidad los principales programas de recuperación en asociación con gobernaciones, alcaldías, empresas privadas, etc. En menor proporción se han realizado programas de plantación asociados a recuperación de áreas degradadas por actividad de explotación minera, recuperación de parques nacionales (INPARQUES) como es el caso del Parque Nacional el Ávila, o programas de iniciativa privada (Bancos, Clubes Rotarios, Fe y Alegría, etc.)

Estos programas se han caracterizado en general por utilizar especies introducidas (pinos, cipreses, eucaliptos, fresno). La mayoría de las cuales, si bien han demostrado gran facilidad de adaptación cultural tienen problemas en su adaptación biológica (excepción del fresno), dificultan la sucesión vegetal (debido a su densidad de siembra) y no garantizan que una vez alcanzado su ciclo de vida o sea eliminadas por incendios forestales, se mantenga la cubierta forestal protectora. En base de lo anterior se hace énfasis en la necesidad de incrementar las investigaciones hacia el uso de especies (sean o no de porte arbóreo) que garanticen en el tiempo la cubierta protectora, para ello la investigación sobre los aspectos de beneficio de semillas, producción de plantas en vivero y técnicas de plantación debe ser prioritaria.

Otro aspecto que es importante resaltar es la necesidad de manejo de las plantaciones establecidas, a través de podas y aclareos que además de generar beneficios económicos y empleo, favorezca las condiciones de luz que garanticen el inicio de la sucesión vegetal o la regeneración de las especies plantadas así como de las nativas.

Las plantaciones con fines de producción tienen como objetivos satisfacer las necesidades de materia prima para diferentes industrias del sector forestal, tales como la industria mecánica de la madera (teca, saqui-saqui, pardillo, apamate, cedro, caoba, mijao, mureillo, etc.), la de la pulpa y papel (eucaliptos, pinos, acacias, melina), carbón vegetal (eucaliptos), látex

(*Hevea brasiliensis*), resinas (pinos). En los últimos años se ha incrementado las plantaciones de palmas con diferentes fines; oleaginosas (Palma manaca), alimentos como el palmito (*Euterpe oleraceae*, *Bactrix gasipaes*).

Con este objetivo cabe destacar los programas de plantación que realizan diferentes empresas en Venezuela, entre otras CVG-PROFORCA, GUAYAMURE, IMATACA, Terranova, FORESTAL ORINOCO, Agroforestal Anzoátegui, SMURFIT Cartón de Venezuela, DEFORSA, CVG-Desarrollo Agrícola, etc. CONTACA; EMALLCA, Aserradero el Manteco, Maderas Nuria, Aserradero Matamoros, Intecmaca, Hermanos Hernández, Maderas Bosco, Imadelca, Triplex, etc.

El objetivo mixto se ha incrementado en los últimos años, partiendo de la premisa que si bien la plantación debe garantizar una cobertura protectora puede a la vez generar beneficios a las comunidades locales a través de los productos de manejo (leña, carbón, estantillos, madera para construcción, usos artesanales, pastoreo menor, frutos y semillas entre otros). El objetivo mixto debe partir de una concepción en la cual se integren las necesidades locales, las especies que pueden satisfacer esas necesidades, programas de educación ambiental y la incorporación de las comunidades en el proceso de producción y plantación. En la medida que el usuario local pueda ver el bosque como un aliado permanente, proveedor de insumos para mejorar su nivel de vida, se logrará incorporarlo al mantenimiento del mismo (Nirgua, Fe y Alegría, La Pericoca).

Considerando las opciones de plantación, se pueden establecer plantaciones puras, por reforestación o aforestación, Plantaciones de conversión gradual (Plantaciones en fajas) o plantaciones de enriquecimiento (de acuerdo a la evaluación de la situación de la regeneración natural o de la RNDa discutida en clase). En este tema se hará énfasis en el establecimiento de plantaciones densas, mientras que las demás opciones son revisadas con mayor detalle en otras asignaturas.

Los principales procedimientos para establecer plantaciones forestales son descritos por Kane (1994) los cuales pueden ser aplicables o no en un programa de plantación particular.

1. Seleccionar la propiedad.
2. Situación legal; Mapa legal.
3. Inventario de la propiedad.
4. Plan de desarrollo forestal
5. Mejoras en vías y cercas, lotificación
6. Control de agentes bióticos (bachacos, hormigas)
7. Preparación del terreno (mecanizada y/o química)
8. Control de calidad en la selección y transporte de plántulas
9. Marcación del espaciamiento
10. Plantación
11. Levantamiento topográfico y aéreo del área plantada.
12. Riego de apoyo
13. Inventario de sobrevivencia inicial y decisión sobre replante.
14. Fertilización
15. Control de agentes bióticos post plantación (malezas, bachacos)
16. Inventario al año de plantación.

1.- La selección de la propiedad esta asociado a programas de plantación privados que requieren de la adquisición de superficies aptas en términos de área útil plantable y requerimientos ecológicos, edafológicos y económicos que garanticen la productividad y el retorno del capital invertido.

En general se trata de realizar una inspección técnica por diferentes zonas en las cuales existan propiedades disponibles para la venta en las cuales se evalúan entre otras las siguientes interrogantes:

¿Es(son) la(s) superficie(s) apta(s) disponible(s) suficientemente grande(s) para justificar las inversiones a realizar (viveros y plantación); Existe mano de obra disponible; las distancias hacia los centros de producción son razonables que no afecten las utilidades por concepto de excesivo costo de transporte; Las condiciones ecológicas y edáficas garantizan una productividad en términos de m³/ha/año que satisfagan los rendimientos esperados para las especies a plantar (análisis de suelo a gran visión), no existen conflictos de usos actuales y/o potenciales que afecten el desarrollo de los programas; las condiciones topográficas permiten la mecanización de actividades. Existe suficiente agua para garantizar las actividades de producción de material vegetal. Distancia entre las potenciales propiedades que permitan a futuro integrarlas como una unidad de manejo. Costo/ha.

En base de estas interrogantes se podrá tomar decisiones sobre la adquisición de una determinada propiedad o un conjunto de propiedades. Las plantaciones que se realizan por parte de empresas del estado o por concesionarias de Reservas Forestales generalmente se realizan sobre terrenos baldíos, ejidos o dentro del área de reserva y en algunos casos (CVG-PROFORCA) están determinados por los planes de ordenamiento territorial.

2 y 3.- La decisión de adquirir una determinada propiedad conlleva un análisis de su situación legal, que no se encuentre en una zona definida como ABRAE, la determinación de linderos, conflictos internos por los propietarios, etc. El inventario de recursos físicos, bienes muebles inmuebles, instalaciones, etc.

4.- El plan de desarrollo forestal incluye el mapa de suelos, uso actual (tipos de vegetación existente), superficies disponibles para plantación, la definición de las especies a plantar; de acuerdo a las condiciones topográficas y edáficas, la infraestructura existente (vías) y/o a construir o adecuar para el programa de producción, las superficies a plantar anualmente, la organización administrativa y funcional y su relación o integración con otras unidades de producción (fincas).

La definición del tipo de suelos generalmente se realiza de manera preliminar sobre la base de características texturales y estructurales, así como a la presencia y profundidad de horizontes que dificulten el desarrollo de las plantaciones (Hardpan o estratos rocosos) y las condiciones de drenaje y para lo cual las diferentes empresas públicas y/o privadas tienen clasificaciones definidas. En protocolos de trabajo. Por ejemplo en PROFORCA se clasifican en Suelos Tipo I, II, III, arenas blancas, en Caparo y Ticoporo en bancos, sub- bancos y bajíos (clasificación agro- ecológica). En zonas montañosas la estratificación se puede realizar por rangos de pendiente.

La selección de las especies obedece a las políticas propias de cada empresa, según objetivos y clases de suelos, desde una especie como pino caribe con diferentes procedencias; Hevea; tres o más especies (pino, melina y eucaliptos) o Saqui-saqui, apamate, pardillo o Teca según la plantación sea bajo cubierta o campo abierto en bancos. En montaña se puede utilizar una especie o una mezcla de especies (pino con leucaena; eucaliptos y pinos; eucaliptos y alnus, etc.).

5.- La lotificación consiste en organizar la propiedad en unidades con la mayor homogeneidad posible en cuanto a clase de suelo, topografía y en lo posible con forma geométrica definida (generalmente cuadrada). En PROFORCA los lotes o rodales tiene una dimensión de 64 o 100 ha (1000m x 1000m), en otras empresas los lotes ocupan superficies menores de hasta 5,0 ha aun cuando lo deseable es que tengan entre 30 a 50 ha.

El lote constituye la unidad mínima de trabajo operativo, se debe plantar en lo posible una especie por lote, no obstante si existen limitaciones de suelo en el lote se puede plantar otra especie o no plantar. El lote está limitado por vías de acceso (calles o avenidas) y su identificación debe ser muy clara en los mapas levantados a tal fin. La lotificación facilita administrativamente las labores de protección (bachaqueo, control de malezas, control de incendios) y de manejo. En el caso de reforestación en Unidades de Manejo, la forma puede ser más irregular por la presencia alrededor del lote a plantar de bosque natural primario o secundario con o sin intervención el cual no será sujeto a plantación. En plantaciones en fajas es viable utilizar varias especies dentro de un mismo lote o faja.

6. El control de agentes bióticos en particular hormigas (*Atta sp.*) se debe realizar antes de iniciar la preparación del terreno, posterior a ésta y después de la plantación y su objetivo es reducir al mínimo la incidencia que estas plagas puedan tener sobre la plantación, afectando su sobrevivencia y productividad.

7. Preparación del terreno. La preparación del terreno se refiere a las operaciones realizadas con el propósito de adecuar el terreno para facilitar las labores de plantación así como el arraigue y crecimiento inicial de las plántulas. Puede ser manual o mecanizada. El tipo e intensidad de preparación del terreno está en función del estado en que se encuentra el mismo, de la especie a plantar y de la topografía.

En los cuadros 1, 2 y 3 se detallan las principales actividades de preparación de terreno que se realizan en la empresa Smurfit Cartón de Venezuela, según se trate de terrenos planos, áreas con pendientes menores de 20% y terrenos para plantaciones de segundo turno.

Las especificaciones detalladas en los cuadros anteriormente mencionados son aplicables terrenos con las características asociadas a las zonas de vida, fisiografía y uso de la tierra encontradas en las zonas del pie de monte andino y zonas planas aledañas. En otras zonas, como puede ser el caso de PROFORCA algunas de estas actividades son inoperantes, motivado a las condiciones físicas del suelo, veamos algunos casos.

En terrenos similares al área de influencia de PROFORCA, la vegetación existente, característica de sabanas inarboladas o con baja densidad de arbustos por hectárea facilita la preparación del terreno, la eliminación de la vegetación se realiza mediante tumba y arrastre con tractores y cadena de arbustos o pequeños árboles, quemada controlada de la vegetación de gramíneas y utilización de rastra? a nivel general o directamente sobre las hileras de plantación mediante mínima labranza (leer boletines de PROFORCA al respecto).

La textura arenosa, excluye la necesidad de subsolar, no existen problemas de anegamiento, razón por lo cual el lomado o encamellonado no es necesario (se aplica en segundo turno para solventar problema de tocones), el control de plagas preplantación y posplantación es obligatorio (ver instructivo de PROFORCA), la lotificación se basa en unidades de gran

superficie (50-100 ha/rodal), las cuales están claramente identificadas por su ubicación específica mediante sistemas de calles y avenidas.

La preparación del terreno es muy diferente cuando se trata de plantación en montaña, allí se trata de afectar el mínimo posible el terreno a fin de evitar problemas asociados a erosión hídrica y eólica y aumentar la infiltración de agua hacia donde se encuentra la planta. En ese sentido las prácticas más comunes de preparación incluyen:

Terraceo mecanizado, en el cual se realiza una preparación mecanizada y lineal del terreno, mediante la formación de terrazas de ancho igual o superior a 2,80 metros siguiendo las curvas de nivel, con perfil transversal en contra pendiente y subsoladas o aradas en toda su longitud. Aplicable principalmente en terrenos de climas secos o sub húmedos permitiendo que las aguas de escorrentía se acumulen en la terraza y penetren hacia los horizontes interiores donde se desarrollara el sistema de raíces, provocando una casi total infiltración, aumentando el flujo sub superficial y subterráneo así como evitando el arrastre de material sólido.

El terraceo es limitativo en terrenos de climas húmedos, con suelos de textura rocosa, de difícil desagregación y afloramientos rocosos. Igualmente no es recomendable en terrenos con vegetación media o alta. La formación de terrazas además de constituir una práctica adecuada en programas de conservación de suelos, actúa como cortafuegos, por cuanto las mismas deben estar unidas al final por una vía de acceso.

En Venezuela esta práctica ha sido muy limitada, la mayor experiencia al respecto la tiene CONARE, en los programas de reforestación realizados en cuencas altas de las zonas de Carache y Burbusay en el estado Trujillo.

Otra práctica de preparación, en áreas con escasez de mano de obra puede ser mediante el arado con tracción animal, en la cual de manera similar al campo agrícola, se utilizan bueyes para preparación de líneas sobre las cuales se colocará el material.

La hoyadura es la práctica más generalizada y consiste en la apertura puntual de hoyos o huecos con diámetro y profundidad variable y con una pequeña inclinación contra pendiente, en los cuales se colocara la planta a arraigar. Previamente se debe realizar la marcación y hoyadura a fin de que el personal obrero, encargado de la hoyadura mantenga el esquema de distribución; generalmente al tresbolillo así como los distanciamientos establecidos. En la figura 1 se muestra un esquema en corte transversal del terraceo mecanizado así como de la hoyadura.

8. Marcación y hoyadura.

La marcación y hoyadura son actividades relacionadas a la plantación manual y tienen como objetivo orientar a los equipos de plantación sobre el sitio exacto en donde se realizara la preparación puntual del terreno (hoyadura) y la posterior colocación de la planta, a fin de mantener la distribución y distancias previstas, de acuerdo al espaciamiento inicial y la densidad de plantación.

Para la marcación se utilizan cuerdas marcadas, varas graduadas y estacas o en algunos casos marcas con cal, estas ultimas son inconvenientes pues pueden perderse con la lluvia. La hoyadura puede incluir un desmalezado puntual (platoneo) alrededor del hoyo, mediante agroquímicos, machete o colocación de coberturas plásticas, a fin de disminuir la competencia a la futura planta a establecer. Igualmente en esta etapa se puede realizar la detección de nidos de bachaco, los cuales deben ser marcados con una estaca diferente a la utilizada para la marcación de la plantación, (estacas más grandes, con otros colores, otros materiales, etc.) que faciliten las labores de control de bachacos.

9.- Espaciamiento inicial, distribución y densidad de plantación.

Además de los aspectos operativos considerados anteriormente, la fase de planificación de la plantación debe considerar la densidad inicial, la distribución de las plantas en el terreno y la densidad de plantación.

El espaciamiento inicial se refiere a la distancia entre árboles en un rodal de plantación. La densidad se expresa en función del número de árboles por hectárea y el espacio por árbol a la superficie que ocupa cada árbol en un rodal.

Los factores que determinan el espaciamiento son:

A.- Tasa de crecimiento de la especie: La tendencia es a utilizar un mayor espaciamiento en la medida que el ritmo de crecimiento es mayor. Distanciamientos estrechos en especies de rápido crecimiento obligan a iniciar las intervenciones silviculturales más temprano, incrementando los costos y de no hacer éstas se incrementa la competencia y mortalidad en los rodales.

B.- Forma de desarrollo de las especies: Especies que tienen patrones arquitecturales de gran ramificación, tipo candelabro o poca capacidad de poda natural, tales como los apamates y algunas acacias tienden a plantarse mas cerrados a fin de orientar el desarrollo de un fuste principal bien definido.

C. Objetivo de la plantación. Las plantaciones con fines de protección tienden a ser más cerradas para facilitar la intercepción y la regulación del régimen hídrico, así como disminuir la erosión de los suelos. Las plantaciones con fines de producción pueden tener distanciamientos estrechos si lo que interesa es el volumen por unidad de superficie (m^3/ha) como en el caso de plantaciones para pulpa o más amplios si interesa el volumen por árbol ($m^3/\text{árbol}$) como lo puede ser la madera para aserrío o para contra enchapado.

D. Opción silvicultural. Las plantaciones densas tienen distanciamientos más cortos en contraposición a plantaciones bajo cubierta en fajas, en estas últimas el distanciamiento puede variar según la especie, desde 7 hasta 25 metros entre hileras. En sistemas agroforestales el distanciamiento está en función de las características del cultivo asociado. En áreas de producción de semillas (rodales semilleros y huertos semilleros) el distanciamiento amplio facilita el desarrollo de la copa, la formación de puntos florales y la producción de semillas.

E. Calidad de sitio. En la medida que la calidad de sitio es mayor se pueden utilizar distanciamientos más cortos.

F.- Posibilidades de mecanización. Si las labores culturales van a ser mecanizadas se debe prever distanciamientos suficientemente amplios que faciliten el paso de los tractores e implementos agrícolas a través de las hileras de plantación. En plantaciones cerradas el control natural de malezas es más eficiente.

G. Plan de manejo. El plan de manejo parte de una densidad inicial que se va a modular en el tiempo para obtener al final del turno una densidad final deseable, en ese sentido se define un régimen de podas y aclareos cuyas intervenciones serán más tempranas en la medida que el distanciamiento es menor (Mayor competencia), lo que incide en mayores costos iniciales en la fase de manejo.

Todos los factores anteriormente mencionados deben ser analizados en conjunto a fin de tomar las decisiones respecto al distanciamiento inicial, existen bibliografías especializadas así como artículos en publicaciones periódicas en los cuales se muestran resultados sobre espaciamientos que pueden ser de utilidad práctica, no obstante lo ideal para un programa de plantación es realizar ensayos de espaciamientos, en los cuales se evalúe el efecto de esta variable en función de los factores mencionados.

La densidad está en función de la productividad del sitio, la duración de la rotación y el tamaño del producto final deseado, las densidades de uso más frecuente en Venezuela van desde 2500 árboles / ha (2x2); 1600 árboles / ha (2,5 x 2,5), 1370 árboles / ha (2,7 x 2,7); 1111 árboles / ha (3x3) (Smurfit) y 1100 árboles / ha (2,6 x 3,5) en plantaciones de segundo turno en PROFORCA; y desde 715 árboles / ha (2 m dentro de la hilera x 7 entre hileras) hasta 115 árboles / ha (3,5 x 25 m) en plantaciones en fajas.

La distribución de las plantas se puede realizar en forma regular, la cual incluye la distribución cuadrada, rectangular y al tresbolillo o irregular, generalmente asociada a terrenos montañosos de pendientes irregulares.

La densidad de la plantación de acuerdo a la distribución se calcula por las fórmulas 1 y 2, para distribuciones cuadrada y rectangular y la 3 para distribución al tresbolillo.

$$1) N = \frac{A}{a \times a} \qquad 2) N = \frac{A}{D \times a} \qquad 3) N = \frac{A}{a^2 \times \text{Sen } 60^\circ}$$

Donde: N= No. de plantas; A: Superficie en m^2 ; D= Distancia entre hileras; a= distancia entre plantas dentro de la hilera.

Si la distribución es cuadrada, entonces $D = a$ y la fórmula (1) se expresa como $a \times a$ o a^2 . En el caso de la distribución al tresbolillo la distancia teórica entre hileras puede ser modificada por la pendiente del terreno, por lo cual es necesario determinar la distancia real, para ello existen tablas de conversión en pendiente.

Ejemplo. Calcular la densidad de plantas para una plantación con base a un distanciamiento inicial de 3 metros entre plantas con;

1.- Distribución cuadrada; 2.- Distribución Rectangular (3,5 metros) y 3.- distribución al tresbolillo en pendiente de 25%.

En el primer caso se tiene: $10000 \text{ m}^2 / 9 \text{ plantas} / \text{m}^2 = 1111 \text{ plantas/ha}$.

Para el segundo caso se tiene: $10000 \text{ m}^2 / 3 \times 3,5 = 952 \text{ plantas/ha}$

Para el tercer caso se tiene:

Pendiente 25%. Para esta pendiente el factor de corrección es 3,09 m

$N = 10000 \text{ m}^2 / (3,09)^2 \times \text{seno de } 60 = 1209 \text{ plantas}$

Para el tercer caso se tiene:

Distancia horizontal entre plantas dentro de la hilera = 3 m

Distancia entre plantas vecinas entre hileras consecutivas = distancia en el terreno entre hileras consecutivas?

Angulo = Pendiente en %/100.

Como la distancia que interesa corregir es la hipotenusa y se conoce el cateto adyacente se utiliza la función coseno;

$$\text{Coseno } \text{Ángulo} = \frac{\text{Cateto Adyacente}}{\text{Hipotenusa}} \quad \text{Donde:} \quad \text{Hipotenusa} = \frac{3 \text{ m}}{\text{Coseno de } 25^\circ}$$

Pendiente 25%. Para esta pendiente el factor de corrección es 3.09 m; $N = 10000,00 \text{ m}^2 / (3,09)^2 \times \text{seno de } 60 = 1209 \text{ plantas}$

Esto significa que se requerirán 1209 plantas por hectárea para establecer una plantación en una pendiente de 25%, con un distanciamiento entre plantas dentro de la hilera de 3 m y entre hileras de 3,09 m

En campo, primero se procede a realizar la marcación de la primera hilera, manteniendo los 3 metros entre plantas, para la segunda hilera se utilizan dos varas marcadas con la distancia calculada; para este caso 3.09. Cada vara se colocan continua con la otra, un extremo de cada vara se coloca en la base de la estaca de la hilera anteriormente marcada y ambas varas se hacen coincidir en la hilera objeto de marcación, en el punto de coincidencia es el punto de marcación.

10. - Plantación. La plantación es el proceso mediante el cual se implanta en el sitio definitivo el material vegetal (sexual o clonal) que se ha producido en el vivero. En la plantación se ejecutan una serie de actividades las cuales están bajo la supervisión de personal técnico entrenado, fallas en cualquiera de las actividades pueden afectar el éxito del programa. Las actividades se pueden agrupar en asociadas a la fase de viveros, de embalaje y transporte del material y de plantación propiamente dicha.

Actividades asociadas a la fase de viveros: comprende el conjunto de actividades a realizar para garantizar que el material utilizado cumpla con los requisitos de calidad necesarios, se basa en un proceso de entrenamiento y supervisión permanente que asegure:

La selección de las plántulas sobre la base de criterios de diámetro al cuello de raíz, altura, tamaño, forma o número de raíces, vigorosidad, sanidad, etc., determinados para cada especie/empresa y método de producción. Excluyendo plantas sub- o supra-desarrolladas, con deformaciones en raíces, tallos y follaje, con bajo % de colonización micorrízica (en pinos).

Descarte de plantas adecuadas que hayan sufrido maltrato mecánico en el proceso de arrancado o manipulación posterior.

Adecuada protección al sistema radicular, inmediatamente extraída la planta, bien sea mediante su cobertura con arcilla; como en plantas a raíz desnuda o manteniendo la bolsa o tubete en plantas a raíz cubierta.

La cantidad de plantas por caja, no debe exceder el recomendado por el supervisor, las plantas no deben quedar expuestas al sol y deben embalsarse y colocarse lo más rápido posible en los camiones de transporte.

Se debe completar el proceso de selección, arrancado y embalaje de material por bancal o cuerpo del vivero. La secuencia de afectación debe ser la misma que se siguió en el proceso de producción, los cuerpos con mayor tiempo en producción deben desocuparse primero. Esto es válido principalmente cuando las labores de producción llevan un tiempo largo y pueden existir diferencias de edad importantes entre plántulas de diferentes cuerpos o en estacas de diferentes clones.

Las actividades de supervisión en el embalaje y transporte incluyen:

Asegurarse que la cobertura del camión es la adecuada, nunca se debe utilizar plásticos, encerados u otros materiales que produzcan sofocamiento de las plantas. El material recomendado para cobertura del camión es estereras, que evitan la incidencia de sol y vientos desecantes pero mantienen el ambiente interno fresco y húmedo.

Colocar adecuadamente las cajas con plantas en el camión, no tirar las cajas ni golpearlas. Las plantas en envases se deben transportar con sus raíces en el tubete.

No exceder la capacidad prevista para cada camión.

El material se debe plantar por orden de llegada, disminuyendo el tiempo de transporte al mínimo. El material a arrancar debe estar en función de la cuota diaria (rendimiento) de la plantación. No se debe dejar material arrancado para plantar en idas subsiguientes.

Se debe mantener húmedo el área de transporte de plantas, en lo posible con un sistema de riego por aspersión o nebulización, que garantice la máxima humedad del follaje y raíces pero el mínimo maltrato a las plantas.

Plantación propiamente dicha:

La plantación se realiza durante el período lluvioso; generalmente entre finales de abril a mediados de agosto. Para ello las empresas plantadoras llevan registros meteorológicos diarios así como, en algunos casos, mantienen convenios con la Fuerza Aérea Venezolana, para información satelital. En algunos casos específicos se ha ensayado plantación temprana con riego, pero este procedimiento aunque puede generar incrementos en volumen con relación al material plantado en el período normal, requiera de condiciones de abundancia de agua y logística compleja (ver separata de Smurfit al respecto).

La plantación puede ser manual o mecanizada. La primera se lleva a cabo por medio de cuadrillas de obreros (plantadores), los cuales según su experiencia influirán en el buen éxito de la plantación, la misma puede ser al golpe o al hoyo. El método al golpe es usado en caso de plantas a raíz desnuda, consiste en abrir con una herramienta manual una ranura lo suficientemente amplia para introducir la plántula y posteriormente taparla.

El método al hoyo se utiliza para plantas producidas en envase, el hoyo se realiza con un instrumento adecuado como chícora, palín, pala, desplantador, etc. y debe ser ligeramente mayor al volumen del envase utilizado. La planta se extrae del envase o tubete, manteniendo el sustrato, se puede realizar una pequeña poda de raíz, así como colocar una dosis de fertilizante en el fondo del hueco y se coloca en el hoyo. Luego de plantada se debe afirmar la tierra situada alrededor del hoyo para evitar la formación de espacios de aire en el terreno y favorecer el contacto de la tierra con las raíces.

En la medida que las condiciones climáticas y edáficas son más limitantes se puede incrementar el tamaño del hoyo y favorecer la adaptación de la planta.

En suelos subsolados los hoyos se realizan al lado de la línea subsolada, mientras que en terrenos encamellonados o lomados en la cima del mismo. En general las líneas de marcación y hoyadura se orientan con las curvas de nivel, a fin de evitar problemas futuros, si se utiliza maquinaria en el mantenimiento de la plantación.

El procedimiento utilizado en PROFORCA en plantación manual de segundo turno se ejecuta con los materiales y el procedimiento siguiente:

- Inserte la hoja de la chícora o palín en línea recta en el suelo, hasta la máxima profundidad de la cuchilla. Empújela hacia atrás con la mano para abrir el hoyo.
- Retire la chícora e inserte la raíz de la planta en el hoyo preparado. Hale la planta hasta arriba hasta la correcta profundidad de plantación (el cuello de raíz debe estar a 2-5 cm por debajo de la superficie del suelo. Evitar que las raíces se enrollen, tuerzan o se presente efecto "J").
- Inserte la hoja de la chícora en línea recta, aproximadamente a 10 cm enfrente de la plántula, hasta la mitad de la hoja. Empuje hacia delante hasta cerrar completamente la parte superior del hoyo donde se ha colocado la planta.
- Hale la chícora a su posición inicial y presiones hasta alcanzar la profundidad máxima de la cuchilla.
- Hale hacia atrás la chícora hasta cerrar el fondo del hoyo, luego empuje hacia delante hasta cerrar la parte superior, eliminando así las bolsas de aire en las raíces.
- Retire la chícora y cierre firmemente la abertura producida, utilizando el tacón de la bota. Tenga cuidado de no maltratar la planta.

La plantación mecanizada utiliza diversos tipos de equipos, de acuerdo al grado de mecanización, tipo de planta y condiciones del terreno. La mecanización esta diseñada especialmente para utilizar plantas a raíz desnuda, terrenos relativamente planos, grandes áreas de plantación y con texturas arenosas a francas.

En Venezuela CVG-PROFORCA y Guayamure utilizan plantación mecanizada, las principales operaciones de la maquina plantadora son: Ejecución de un corte vertical del terreno; Apertura del corte para recibir la planta; Cierre del corte y afirmado del suelo alrededor de la plántula.

APOYO BIBLIOGRÁFICO

- Barres, H. 1965. Tree species adaptability trials in the lowland humid tropics of Central America. Turrialba, Costa Rica, Inter-American. Institute of Agricultural Sciences of the OAS.
- Burley, J. 1974. Metodología de los ensayos de procedencia de especies forestales. Montes No. 163: 29-34.
- Carrillo, A. 1978. Plantación a Raíz Desnuda de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* MTZ y *Pinus montezumae* LAMB. Investigación Forestal. Comisión Forestal. Serie técnica. N° 1. México.
- Champion, H. y N. Brasnett. 1959. Elección de especies arbóreas para plantación. FAO. Roma. C. F. 13.
- Cooling, E.N. 1962. Procedures for the trial of exotic species in Northern Rhodesia. Government Print. Lusaka.
- Edwards, M. and R. Howell. 1962. Planning an experimental programme for species trials. 8th-Brit. Comm. For. Conf., East Africa. (Govt. Printer, Entebbe. Uganda.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. MAC. Dirección de Investigación. Venezuela.
- FAO. 1969. Guía para ensayo de especies tropicales en América Tropical, (Borrador). Dirección de Montes e Industrias Forestales.
- García, C. 1955. Glosario de Terminología Forestal. Monografías del Departamento de Agricultura y Comercio No.5. Puerto Rico.
- Golfari, L. 1963. Exigencias climáticas de las coníferas tropicales y subtropicales. Unasylva, 17(1) 33-42.
- González, M.R. 1970. Relación entre el peso específico y algunas propiedades mecánicas del *Alnus jorullensis* HBK. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Higgins, H. 1971. Ventajas y desventajas de las latifoliadas. Chile, OEA Universidad de Concepción: Seminario sobre pulpas semiquímicas.
- Lanner, R.M. 1972. Crecimiento y morfogénesis de los pinos en los trópicos. Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano; Boletín No. 39-40: 45-51.
- Leuchars, D. 1962. The planning and practice of trials of exotic species. 8th-Brit. Comm. For. Conf., East Africa (Govt. Printer, Entebbe, Uganda.
- Mirow, N. 1967. The Genus *Pinus*. New York, Ronal Press.
- Morandini, R. 1967. Planning of species and provenance trials. World Symposium on man-made forestland their industrial importance, (FO/MMF: 67), Canberra.
- Ogaya, N. y L. Vincent. 1973. Ensayos de Especies. U.L.A. Facultad de Cs. Forestales. Centro de Estudios For. de Postgrado. Mérida.
- Quijada R., M. 1992. Glosario de Términos de Genética, Fitogenética y Afines, con Especial Énfasis en la Mejora de Árboles. Universidad de los Andes, Consejo de Publicaciones, Mérida, Venezuela.
- Quijada R., M. 1994. Curso de Diseño Experimental. Dirección de Investigación Forestal, Servicio Forestal Venezolano, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, CREBIFOR, Bum Bum, Barinas, Venezuela, 84 p.
- Quijada, M., V. Garay y L. Valera. 1998. Ensayos de progenies de saqui-saqui (*Bombacopsis quinata* Jacq. Dugand) a los 15 años de edad establecido en la Unidad experimental de la Reserva Forestal Caparo, Barinas, Venezuela. Rev. For. Ven. 42(2).
- Rosero, P. 1973. Metodología sobre ensayo de especies forestales. Y Reunión del Grupo de trabajo sobre introducción de especies forestales. IICA y Ministerio de Agricultura y Ganadería (IICA, Serie: Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 25. Quito.
- SVIF. 1976. Informe Final del II Seminario Nacional de Plantaciones Forestales. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales (SVIF), Seccional Mérida, Mérida, Venezuela.
- Sánchez, A. 1989. Cultivos de Plantación. Manuales para la educación Agropecuaria. Área Producción Vegetal 22. Serie de Manuales para Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México.
- Schulz, J. 1968. Curso de Silvicultura. U.L.A. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida.
- Silva, R. 1971. Metodología para la investigación en parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Forestal Latino-Americano, Boletín No. 38: 59-89. Mérida. Venezuela.
- Silva, R. 1973. Evaluación de las plantaciones experimentales forestales de la Región de Los Andes Venezolanos. Instituto Forestal Latino-Americano. Mérida. Venezuela.
- Vincent, L. y M. Jerez. 1996. El cociente de efectividad de plantación. Propuesta de una variable para evaluación de plantaciones en línea. Rev. For. Ven. 40(1).
- Voorhoeve, A. y J. Schulz. 1968. La necesidad de parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Forestal Latino-Americano. Boletín No. 27-28: 3-17. Mérida. Venezuela.
- Wright, J. 1963. Introducción de exóticas. Unasylva. 17(1).
- Zobel, B. 1973. Coníferas en la Zona Andina Norte. I Reunión del grupo de trabajo sobre introducción de especies forestales (IICA, serie: informes, cursos y reuniones No. 25). Quito.
- Zobel, B. and J. Talbert. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, N.Y., USA.