

# GERMINACIÓN Y MANEJO DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES

Silvia del Amo Rodríguez / María del Carmen Vergara Tenorio  
José María Ramos Prado / Carmina Sainz Campillo



# GERMINACIÓN Y MANEJO DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES

Silvia del Amo Rodríguez, María del Carmen Vergara Tenorio, José María Ramos Prado y Carmina Sainz Campillo

Agradecemos la participación técnica del Dr. Aníbal Niembro Roca, así como la revisión y participación del Dr. José Trinidad Vázquez.

Este libro es parte del proyecto “Restauración campesina en cinco ejidos de la zona Totonaca mediante actividades de agroforestería” CONAFOR-CONACYT (2002-C01-6107) (CONAFOR-0201-040800-0010) del Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT.

<b>INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1: VIVEROS.....</b>	<b>10</b>
¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS VIVEROS?.....	10
<i>Tipos de viveros.....</i>	10
<i>Vivero en ambiente semicontrolado.....</i>	11
<i>Vivero rústico.....</i>	12
<i>Camas de germinación.....</i>	13
<i>Camas de crecimiento.....</i>	16
<i>Sombras.....</i>	17
<i>Selección de la estructura.....</i>	17
INFRAESTRUCTURA DEL VIVERO.....	19
<i>Ubicación de las áreas de propagación y orientación de las estructuras.....</i>	21
<i>Consideraciones biológicas.....</i>	21
SUSTRATOS.....	24
<i>Tipos de sustratos.....</i>	24
TIPOS DE CONTENEDORES.....	26
<i>Remoción de los contenedores antes de la plantación.....</i>	27
<i>Selección del contenedor.....</i>	29
<i>Selección del sitio de propagación.....</i>	30
MÉTODOS DE PROPAGACIÓN.....	32
<i>Propagación a raíz desnuda.....</i>	32
<i>Propagación en contenedor.....</i>	32
<i>Selección de la propagación a raíz desnuda o en contenedor.....</i>	33
<i>Cantidad y calidad del agua requerida para viveros que producen en contenedor.....</i>	34
<i>Sistema rústico de riego.....</i>	34
<i>Cantidad de agua para el riego.....</i>	36
FERTILIZANTES.....	37
<i>Fertilizantes orgánicos.....</i>	37
<i>Materias primas de la composta.....</i>	38
<i>Elaboración de composta.....</i>	39
<i>Micorrizas.....</i>	40
SANIDAD DEL VIVERO.....	41
<i>Diagnóstico de plagas y enfermedades.....</i>	43
<i>Plagas y enfermedades más comunes.....</i>	43
<i>Control biológico de plagas.....</i>	46
<b>CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE SEMILLAS.....</b>	<b>53</b>
IMPORTANCIA DE LAS SEMILLAS .....	53
<i>Fenología.....</i>	53
<i>Floración.....</i>	54
<i>Tipos de frutos.....</i>	55
<i>Tamaño y forma de las semillas.....</i>	58
<i>Tipos de semillas.....</i>	59
.....	60
SELECCIÓN DEL ÁRBOL MADRE .....	60
<i>Obtención de semilla.....</i>	63
<i>Planificación.....</i>	64
<i>Época de cosecha.....</i>	64
<i>Evaluación, duración de la cosecha y métodos de colecta.....</i>	65
<i>Acceso al árbol y sus frutos.....</i>	65
<i>Cosecha de los frutos.....</i>	68
BENEFICIO DE SEMILLAS.....	70

<i>Almacenamiento</i> .....	71
<i>Certificación de la calidad de las semillas</i> .....	73
<b>CAPÍTULO 3: GERMINACIÓN Y PROPAGACIÓN DE ESPECIES BAJO CONDICIONES EXPERIMENTALES CONTROLADAS Y EN VIVEROS RÚSTICOS</b> .....	<b>74</b>
ASPECTOS SOBRESALIENTES DE LA GERMINACIÓN.....	74
<i>Germinación</i> .....	74
<i>Latencia y quiescencia</i> .....	76
<i>Tratamientos para romper latencia</i> .....	77
<i>Viabilidad</i> .....	79
<i>Evaluación del proceso germinativo</i> .....	79
<i>Sistemas de germinación en vivero</i> .....	81
REPRODUCCIÓN POR ESTACAS.....	84
<i>El medio de enraizamiento</i> .....	89
<i>Trasplante y acondicionamiento de las estacas</i> .....	90
EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS Y ESTACAS.....	91
<b>CAPÍTULO 4: SISTEMAS AGROFORESTALES</b> .....	<b>92</b>
CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	92
<i>Agroforestería</i> .....	93
<i>Ventajas y servicios del componente arbóreo</i> .....	94
BENEFICIOS ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES Y AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	99
<i>Sistemas de uso del suelo tradicional totonaco</i> .....	100
DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES.....	102
<i>Uso de bosques y selvas secundarias para establecer sistemas agroforestales</i> .....	105
PARCELAS DEMOSTRATIVAS PARA LA INVESTIGACIÓN.....	108
<i>Diagnóstico, diseño y establecimiento de parcelas demostrativas-experimentales</i> .....	108
ACTIVIDADES ESPECÍFICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA PARCELA.....	110
<i>Selección, limpieza y preparación del sitio</i> .....	111
<i>Elaboración de cepas</i> .....	115
<i>Transporte y sembrado</i> .....	117
<i>Protección de la plantación, evaluación y mantenimiento</i> .....	119
PARCELAS DEMOSTRATIVAS-EXPERIMENTALES EN LA ZONA TOTONACA.....	119
<b>CAPÍTULO 6: ASPECTOS BOTÁNICOS Y TÉCNICOS DE ESPECIES FORESTALES</b> .....	<b>122</b>
ESPECIES FORESTALES TROPICALES.....	122
<b>CAPÍTULO 6: ASPECTOS BOTÁNICOS Y TÉCNICOS DE ESPECIES FORESTALES</b> .....	<b>123</b>
ESPECIES FORESTALES TROPICALES.....	123
BROSIMUM ALICASTRUM SWARTZ.....	124
BURSERA SIMARUBA (L) SARG.....	127
CARPODIPTERA AMELIAE LUNDELL.....	130
CASTILLA ELASTICA C.C. BERG.....	132
CEDRELA ODORATA L.....	134
CEIBA PENTANDRA (L.) GAERTH.....	136
COJOBA ARBOREA (L.) BRITTON & ROSE.....	139
DIOSPYROS DIGYNA JACQ.....	141
GLIRICIDIA SEPIUM (JACQ.) STEUD.....	143
GUAREA GLABRA VAHL.....	145
GUAZUMA ULMIFOLIA LAM.....	146
INGA VERA WILLD.....	149
PACHIRA AQUATICA AUBL.....	151
PIMENTA DIOICA (L) MERR.....	153

PLEURANTHODENDRON LINDENII (TURCZ.).....	155
SALIX BONPLANDIANA KUNTH.....	157
SPONDIAS MOMBIN L.....	159
SPONDIAS PURPUREA L.....	161
SWIETENIA MACROPHYLLA KING.....	162
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>166</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>175</b>
<b>ACRÓNIMOS.....</b>	<b>187</b>

## INTRODUCCIÓN GENERAL

La selva alta y mediana subperennifolia, también conocida como bosque tropical perennifolio, tuvo en nuestro país una distribución comprendida desde la región Huasteca, al sureste de San Luis Potosí, norte de Hidalgo y Veracruz hasta Campeche y Quintana Roo, abarcando porciones de Oaxaca, Chiapas y Tabasco. Actualmente, la destrucción y el disturbio de este tipo de vegetación provocan que únicamente existan superficies pequeñas, poco representativas en áreas destinadas a zonas de reserva biológica. Aún así, la composición florística del bosque tropical perennifolio es muy variada y rica en especies, particularmente de elementos arbóreos. Existe también una buena representación de epífitas y lianas las cuales confieren a estas comunidades vegetales su particular fisonomía (Rzedowski y Equihua, 1987). La mayoría de los ecosistemas tropicales y subtropicales del mundo están siendo destruidos a velocidades alarmantes y muchas especies están en peligro de extinción (Vázquez Yanes et al., 1997). De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal (SARH, 1994), sólo el 29% del territorio nacional se encuentra cubierto por algún tipo de vegetación. De esta superficie alrededor de 56.6 millones de ha están cubiertas por bosques y selvas y otros 22.1 millones de ha tienen bosques con distintos grados de deterioro, sin cobertura vegetal o forestal importante. De las hectáreas remanentes de selva, 30.2 millones de ha (54%) son bosques de zonas templadas y 26.3 millones de ha (46%) son selvas y bosques tropicales secos.

La tasa de deforestación de zonas tropicales aumentan de 11.3 millones de ha para 1981-1985 a 16.9 millones de ha durante los últimos años de la década pasada (Ortíz-Espejel y Toledo, 1998). Uno de los factores que más contribuyen a esta situación es la falta de estímulos para la producción en el sector rural, así como la aplicación de políticas forestales equivocadas. Esto ocasiona una crisis económica que obliga a las comunidades a buscar alternativas de sobrevivencia y a realizar proyectos de gran escala que sólo han devastado las zonas tropicales. En gran medida, estas actividades ocasionan el cambio de uso del suelo y la disminución de la cobertura vegetal en las zonas tropicales. Los ecosistemas tropicales se caracterizan por ser los más diversos, complejos y al mismo tiempo los más frágiles de la naturaleza. La exhuberancia de estas zonas, despertó desde los poderes coloniales del mundo, una ambición desmedida por la explotación de los recursos de dichos ecosistemas. Esta falsa visión provoca una actitud minera de explotación de los recursos naturales, misma que impacta e imposibilita la renovación de los mismos y que prevalece hasta nuestros días. La situación actual de las selvas requiere de nuevos modelos que concilien la conservación con la producción y que permitan el sostén de las poblaciones locales, esto necesariamente se logra con acciones de conservación, protección, producción, aprovechamiento y restauración de los recursos naturales. Existen tres posiciones diferentes con respecto al significado de la restauración ecológica.

La visión fundamentalista consiste en considerar a la restauración como un regreso a las condiciones existentes de las comunidades naturales originales de cada región; un segundo enfoque es el práctico en donde las actividades productivas se dirigen a recuperar las principales funciones ambientales del ecosistema original para mantener la fertilidad y conservación del suelo y del agua. El tercer enfoque es la restauración del paisaje, en donde se busca desarrollar un paisaje atractivo y saludable para reemplazar al que no lo es, por ejemplo, en un relleno sanitario (Vázquez-Yáñez, et.al., 1999).

La restauración ecológica implica el rescate de prácticas de manejo de recursos tradicionales como una alternativa para implantar sistemas productivos biodiversos, reuniendo el conocimiento empírico con el científico. Estos sistemas de manejo, constituyen las acciones prioritarias a desarrollar y la clave para su uso sostenible. Para promover estos procesos, resulta indispensable el rescate de especies nativas útiles, promoviendo su propagación masiva. La propagación de especies nativas tiene varias aplicaciones: 1) rescatar especies en peligro de desaparición, mediante la preservación, conservación y mantenimiento de germoplasma nativo; 2) disponer de plántulas para fines de restauración ecológica y reforestación de áreas degradadas y 3) establecer plantaciones mixtas de especies nativas con potencial económico, así como sistemas agroforestales.

El empleo de especies nativas para fines de restauración, representa algunas ventajas. Una de ellas es que las especies nativas están adaptadas al ambiente, ocupando un nicho ecológico disponible, además de ser más valiosas ecológicamente que las especies exóticas. También, especialmente en la restauración, constituyen el camino para la conservación de la flora nativa, además de ser más resistentes contra enfermedades. Además, cuando existe la necesidad de una gran cantidad de semillas las especies nativas son fuente de germoplasma inmediato, de buena calidad y de menor costo. Por último a gran escala, ya se tiene un conocimiento general de los enemigos naturales de las especies nativas, lo cual contribuye a un mejor manejo en plantaciones (Vázquez-Yanes y Batis, 1996).

El Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana y el Programa de Acción Forestal Tropical A.C., desde el año 2003, llevan a cabo varios proyectos de investigación en la zona totonaca. Estos proyectos tienen como objetivo fundamental la restauración ecológica en colaboración con la población local, como condición obligada para su éxito. Esta posición implica objetivos ecológicos y educativos. Dentro del aspecto educativo se busca crear soluciones que las poblaciones locales puedan aplicar, para lo cual es importante la elaboración de materiales prácticos que acerquen a los campesinos a las técnicas fundamentales para la propagación de plantas. Los viveros constituyen un excelente ejemplo sobre la gama de posibilidades existentes, para emprender la propagación de especies nativas. El establecimiento de viveros forestales, puede hacerse en instalaciones básicas, de tipo rústico, para poder utilizarlos para

la propagación comunitaria, que además les permita a los propietarios considerar la producción de especies nativas como una opción económica viable y que además les ayude a conservar y mantener la vegetación de su región.

La posibilidad de establecer viveros con especies nativas, depende del conocimiento sobre el manejo de viveros y la biología de las especies. Por lo tanto, este libro constituye una guía para el establecimiento de viveros, germinadores y parcelas de especies nativas. Representa además un apoyo para lograr y fomentar el uso de tales especies. A lo anterior hay que agregar el conocimiento que sobre las especies nativas tienen los pobladores de la zona. Un aspecto fundamental es que el establecimiento de viveros favorece el rescate del conocimiento local. Dentro de la información necesaria para la propagación de especies nativas en viveros, sobresalen aspectos de germinación y crecimiento, identificación de especies, aspectos de su ciclo biológico y datos sobre su fenología, especialmente sobre la producción de semilla, la información sobre la latencia de las mismas, la duración de su viabilidad bajo condiciones naturales y experimentales; sus patrones de germinación, tales como su velocidad y capacidad germinativa, solamente por citar las más importantes. Este documento ofrece sugerencias para obtener esta información.

Tal como se ha expuesto la restauración es una actividad fundamental para mantener nuestras áreas naturales. El éxito en una buena restauración está estrechamente relacionado con la intervención de la población local, organizada en la actividad de viveros y en el rescate de las especies nativas. La acción de restaurar no es la misma que la de reforestar. La restauración implica recuperar las especies locales para volver a plantarlas en áreas impactadas y utilizadas de manera versátil. En contraste, la reforestación no conlleva necesariamente al uso de especies nativas y por lo tanto a la conservación de la biodiversidad del lugar. Así, con el fin de introducir al lector en los conocimientos necesarios para dedicarse a la tarea de rescatar y reproducir especies nativas, el libro que se presenta a continuación es un instrumento útil tanto para técnicos, como campesinos, empresas, estudiantes y personas interesadas en el conocimiento y manejo de especies nativas de la zona totonaca. Se presentan los fundamentos para establecer viveros forestales rústicos y técnicas de manejo para especies forestales.

En libro contiene información básica que se organiza de la siguiente manera: el capítulo 1 describe los diferentes tipos de viveros que se pueden establecer en las zonas rurales. El capítulo 2 trata sobre la selección de semillas como fuente de germoplasma, de sus características y tratamiento al que deben someterse antes de su germinación. El capítulo 3 muestra los aspectos que deben tomarse en cuenta para realizar el proceso de germinación, los factores a controlar y los tratamientos para romper la latencia de las semillas y el uso de estacas para la propagación. Además incluye una guía con lineamientos generales para realizar pruebas de germinación en especies poco conocidas. El capítulo 4 aborda el tema



de los sistemas agroforestales y sus beneficios económicos y ecológicos. El capítulo 5 incluye la metodología para establecer parcelas demostrativas, hacer posible su replicación por los pobladores de otras comunidades y probar que mediante el establecimiento de este tipo de sistemas que es posible conservar los recursos naturales y además obtener un beneficio económico. Finalmente el capítulo 6 describe varias especies nativas de la zona totonaca considerando la descripción botánica, localización geográfica y los usos reportados.

Por último, se anexa un glosario de acrónimos y términos, a fin de ayudar al lector a entender algunos términos relacionados con los temas tratados. Esperamos que los interesados hagan suyas las actividades aquí descritas y que este libro sea un recurso para facilitar la multiplicación de experiencias sobre especies nativas tanto de la zona totonaca veracruzana, como del resto del estado y del país en general.

## Capítulo 1: Viveros

### *¿Por qué son importantes los viveros?*

La fuerte presión que hay sobre los bosques naturales, se debe al crecimiento de la población y la demanda de alimentos y a las políticas de estado inadecuadas. El incremento constante en el cambio de uso de suelo del bosque hacia la agricultura y la ganadería, ha resultado en una pérdida considerable de la cubierta forestal y en la proliferación de problemas ambientales, como la pérdida de diversidad biológica, especialmente de flora y fauna, así como la de servicios ambientales. Otras consecuencias son una baja captación de agua, cambios climáticos globales y alteraciones en los ciclos ecológicos, solo por citar los más importantes. Estos cambios ocasionan que los suelos se vuelvan improductivos, altamente deteriorados y de muy difícil recuperación.

Una de las estrategias más efectivas para mitigar el daño generado por tales acciones es la propagación de especies nativas. Dicha propagación empieza forzosamente con el establecimiento de viveros locales, los cuales además de considerarse como una actividad primordial para la restauración, también deben ser vistos como una actividad económicamente productiva. Por lo que los viveros locales constituyen una herramienta para mejorar el ambiente y contribuyen a mejorar la economía de las comunidades. De tal forma, el conocimiento sobre la producción en viveros es una herramienta que brinda a las comunidades locales y al público en general, la oportunidad de realizar actividades relacionadas con la producción y propagación de plantas. En este proceso se deben involucrar poco a poco a las poblaciones y a las autoridades locales y de otros órdenes de gobierno de forma corresponsable. Solamente así lograremos restablecer el equilibrio ecológico en nuestras áreas forestales degradadas. En las siguientes secciones se determinan las bases para el establecimiento de viveros locales.

### Tipos de viveros

El vivero es un conjunto de instalaciones cuyo propósito fundamental es la producción de plantas para abastecer las demandas de los programas de reforestación, restauración o arreglo estético del paisaje (Arriaga, et al., 1994). La producción de material vegetativo local constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles. Un vivero forestal debe cumplir tres objetivos: 1) cubrir la demanda de planta requerida en la zona; 2) ofrecer una planta de calidad adecuada y 3) proporcionar planta a un costo razonable (Navieras, 1997). Especialmente en las zonas rurales, los viveros deben abatir el costo de las plantas, sin poner en riesgo la calidad de las mismas.

Los viveros pueden funcionar como fuente productora de plantas y como un laboratorio de investigación de especies nativas ya que no existe información sobre la germinación y crecimiento de las mismas. Otra ventaja de los viveros locales es que funcionan como bancos temporales de germoplasma y de las plántulas de las especies del lugar. Esto permite tener acceso constante a las diferentes especies para caracterizarlas, seleccionarlas y manejarlas, al mismo tiempo que se diseñan, conocen y adecuan técnicas sencillas para su propagación masiva. Finalmente, los viveros locales son sitios para la capacitación de la población que pueden ayudar a la formación de promotores a nivel regional. Arriaga y colaboradores (1994) establecen que los viveros pueden ser temporales o permanentes; de acuerdo a su producción pueden ser a raíz desnuda o en contenedores y además pueden ser controlados, semicontrolados, mínimamente controlados o rústicos (Tabla 1).

**Tabla 1. Características de los viveros temporales y permanentes (Arriaga et al., 1994)**

Tabla 1. Características de los viveros temporales y permanentes (Arriaga et al., 1994)	

**Vivero en ambiente semicontrolado**

Estos viveros están diseñados para controlar sólo ciertos aspectos del ambiente. Para su construcción se utiliza la malla media sombra, lo que da como resultado que sean de construcción y operación barata, aunque existe una variación significativa entre los diferentes tipos de estructuras, como son las siguientes:

- ❖ Invernaderos de paredes móviles: son una modificación de los invernaderos tradicionales, cuya característica principal es que cuentan con un techo permanente y transparente, con paredes móviles que pueden ser enrolladas o abiertas hacia el lado opuesto (Hahn, 1982). Este diseño permite una flexibilidad considerable en el control del ambiente. En el techo se puede usar tela transparente o de malla sombra, para producir una gran variedad de condiciones de luz dentro del ambiente de propagación.
- ❖ Casas sombra: estos sistemas han encontrado una gran aceptación en climas tropicales y subtropicales, donde la intensidad de la luz solar es muy alta para las plántulas, y las lluvias torrenciales y vientos intensos pueden dañar al cultivo (Landis et al., 1994). La malla sombra de tela blanca ayuda a mantener un ambiente fresco, mediante el reflejo de la luz solar.

### Vivero rústico

Vivero rústico comunal: es establecido a través de la cooperación de dos o más agricultores de una comunidad, a fin de abastecerse de las plantas que necesitan en su finca o comunidad en general. En la actualidad este tipo de vivero es utilizado tanto por pequeños productores de zonas rurales, como por pobladores de zonas urbanas y suburbanas. En general, los pequeños productores que incorporan esta tecnología poseen predios pequeños atrás de su casa y estos sistemas productivos están orientados principalmente para el autoconsumo; una vez satisfecho el consumo familiar, los productores pueden comercializar el resto de la producción en el mercado local (Picado, 1987).

Vivero rústico familiar: se establece a base del esfuerzo familiar, a fin de producir las plantas requeridas para cubrir las necesidades de su finca. Se caracteriza por ser un vivero pequeño cuya producción no sobrepasa los 1,500 árboles, se establece en un ambiente familiar y casi siempre muy cerca de la casa. A diferencia del anterior, las labores que de mantenimiento están a cargo de los miembros de la familia (Picado, 1987).

El establecimiento de viveros rústicos, ya sean comunales o familiares tienen como objetivo la producción local de plantas de buena calidad. Generalmente para su construcción se emplean troncos o vástagos de plátano u otras especies tropicales maderables de rápido crecimiento, sobre los cuales se apoyan las bolsas de plástico o las camas de germinación (Picado, 1987). Un buen vivero temporal se puede instalar con un mínimo de elementos (Castaño y Moreno, 2004):

- ❖ Camas de germinación o bancos de propagación.
- ❖ Lugar especial para el trasplante.

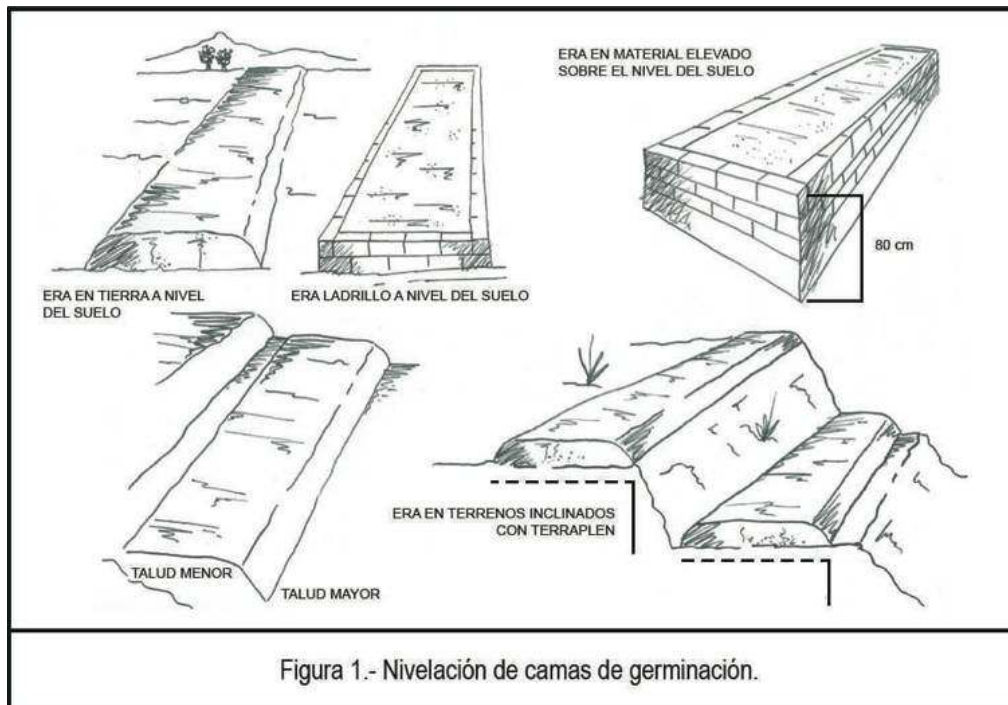
- ❖ Camas de crecimiento provistas de sombra artificial o con libre exposición a la luz.
- ❖ Una instalación para almacenar agua de riego (por ejemplo, un tanque, un aljibe, una pequeña represa, un pozo o un tinaco).
- ❖ Algunas herramientas básicas (pala, pico, rastrillo, machetes, carretilla, regadera, etc.) y un sitio donde guardarlas.
- ❖ Una cerca que impida el acceso de animales.

Antes de establecer un vivero es necesario realizar los siguientes trabajos (Castaño y Moreno, 2004):

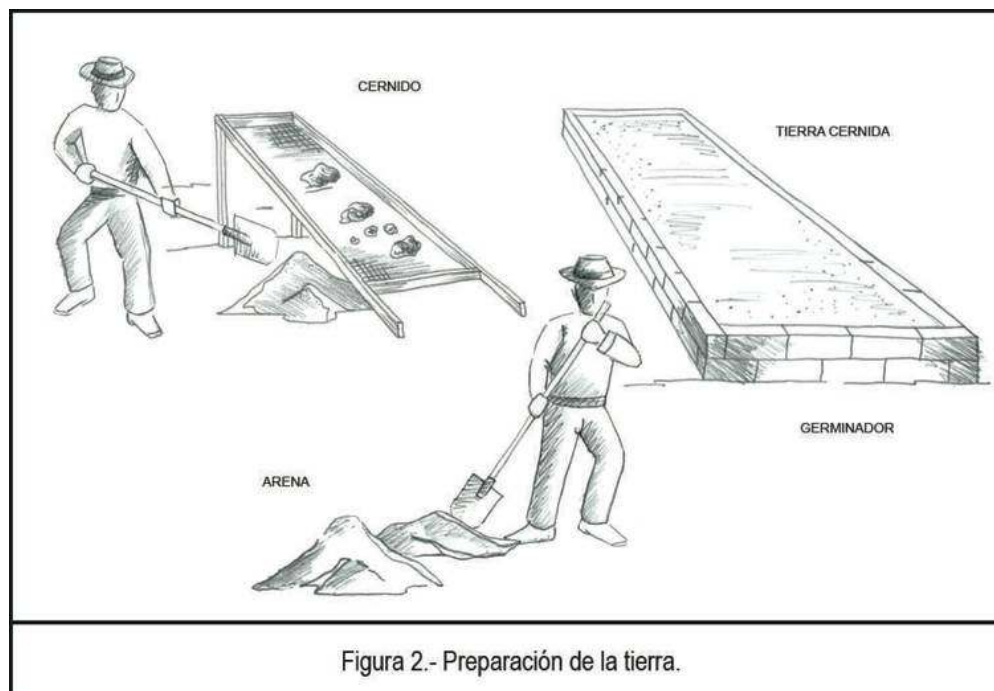
- ❖ Limpiar el terreno manualmente y sin usar fertilizantes. La limpieza debe realizarse como si se estableciera un cultivo de ciclo corto (maíz o frijol).
- ❖ Deshierbe y eliminación de los tocones.
- ❖ Arado del terreno para facilitar la nivelación del suelo.
- ❖ Delimitación de los caminos y de la ubicación de las camas de germinación y crecimiento.
- ❖ Colocación de las camas de crecimiento y semilleros en dirección este-oeste para conseguir una mayor sombra.
- ❖ Trazado de un camino alrededor del vivero de al menos 1.20 m de ancho.
- ❖ Trazado de un camino central orientado en dirección norte-sur y al cual deben converger perpendicularmente las camas y los caminos secundarios.
- ❖ Retiro de la capa vegetal de los caminos y de todos los sitios no previstos para siembras para uso posterior como tierra para las plantas o semillas del vivero.

### Camas de germinación

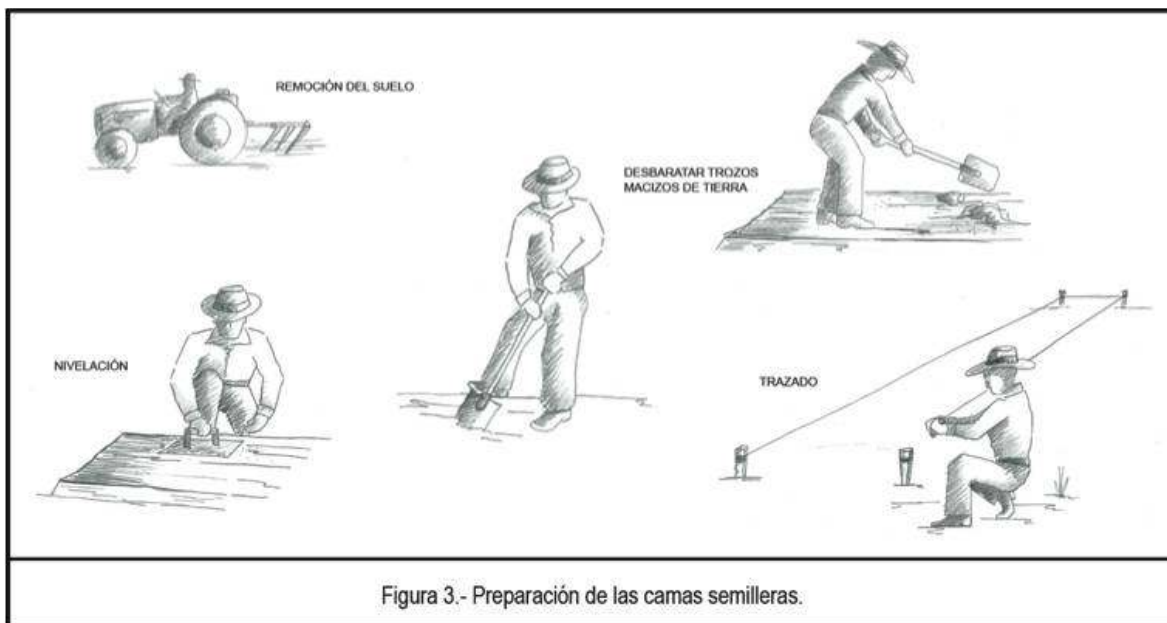
En cada cama de germinación o almacigo se colocan las semillas para iniciar su proceso germinativo. Se sugiere ubicar todas las camas de germinación en un área determinada, pues de esta manera el manejo y mantenimiento de las camas es más sencillo. En algunos viveros, las camas de germinación se ubican a nivel del suelo o sobre el nivel del suelo a una altura de aproximadamente 80 cm. La longitud de las camas de germinación cambia, dependiendo de los espacios que tenemos disponibles; generalmente la longitud varía entre 10 a 20 m y tienen un ancho de 1 m (UNCADER, 2001). En caso de que el vivero se localice en un terreno con pequeñas pendientes, se debe ajustar la inclinación de los desniveles para asegurar que las camas de germinación se encuentren en una posición plana (Figura 1).



Las camas de germinación se llenan con una mezcla de 2 tantos de tierra negra y con 3 tantos de arena, con el fin de mejorar la textura de la tierra y ayudar a que la raíz se desarrolle mejor, lo que ayuda a que el agua se absorba más rápido y se evite la aparición de hongos que afecten la germinación de las semillas (Padilla, 1983) (Figura 2).



Si las camas de germinación se van a establecer sobre el suelo del vivero, este debe removerse y desbaratar los trozos macizos de tierra para que el suelo quede blando. También se deben tratar de eliminar los espacios con aire, para evitar la formación de espacios y optimizar el uso de la coma de germinación. Además se trazan las camas semilleras con ayuda de brújula, estacas, cordel, etc., quedando uno o varios rectángulos hasta de 10 m de largo por 1.20 m ó 1.50 m de ancho. Se deja entre ellos un espacio de 1 m para permitir el paso de una persona con carretilla o dos cubos o baldes de agua. Cuando están listas, se les pasa una vara o algo plano por encima de la tierra y se apisona ligeramente para eliminar los espacios con aire que puedan quedar e impedir el buen humedecimiento de las semillas o el crecimiento de las raíces (Padilla, 1983). Para ilustrar este procedimiento se muestra una secuencia de las acciones antes mencionadas (Figura 3).



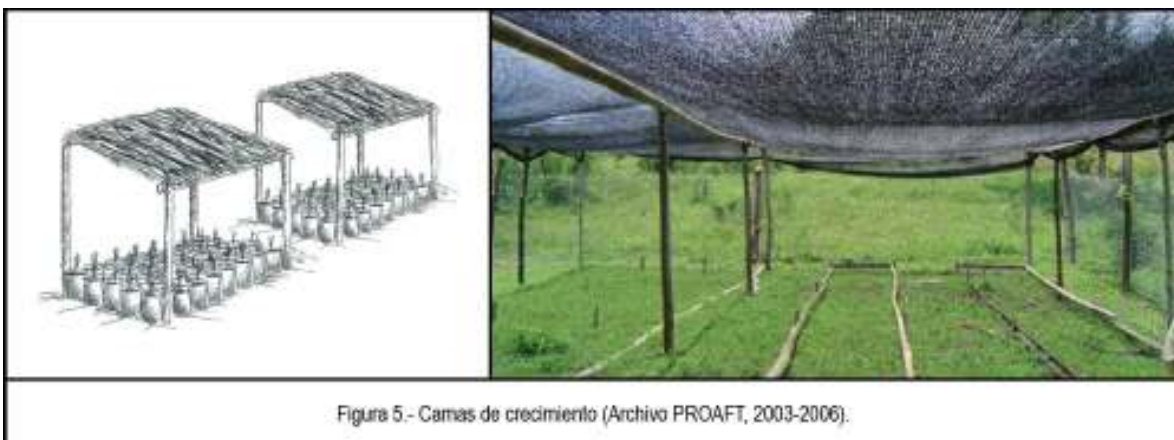
También es posible realizar el proceso de germinación en contenedores ubicados bajo sombra o cubiertos con malla sombra para protegerlos y lograr condiciones ambientales mínimamente controladas. De esta manera se realizan algunos viveros forestales en comunidades de la zona totonaca como Coxquihui y Zozocolco de Guerrero (Figura 4).





### Camas de crecimiento

Cuando las semillas han germinado, deben cambiarse de recipiente y en la mayor parte de los casos de lugar, a fin de prepararlas para su futuro desarrollo en el campo. A estas áreas, en donde se van a colocar las plántulas para que terminen de crecer y desarrollarse, se les llama camas de crecimiento. Normalmente se diseñan de 1 m de ancho y con longitudes variables. Se pueden delimitar con estacas y cordones (Figura 5), pues dentro de ellas se van a colocar las bolsas de polietileno a donde se van a trasplantar las plántulas recién germinadas. Las camas de crecimiento se deben orientar de este a oeste para tener una distribución homogénea de la luz (Padilla, 1983).





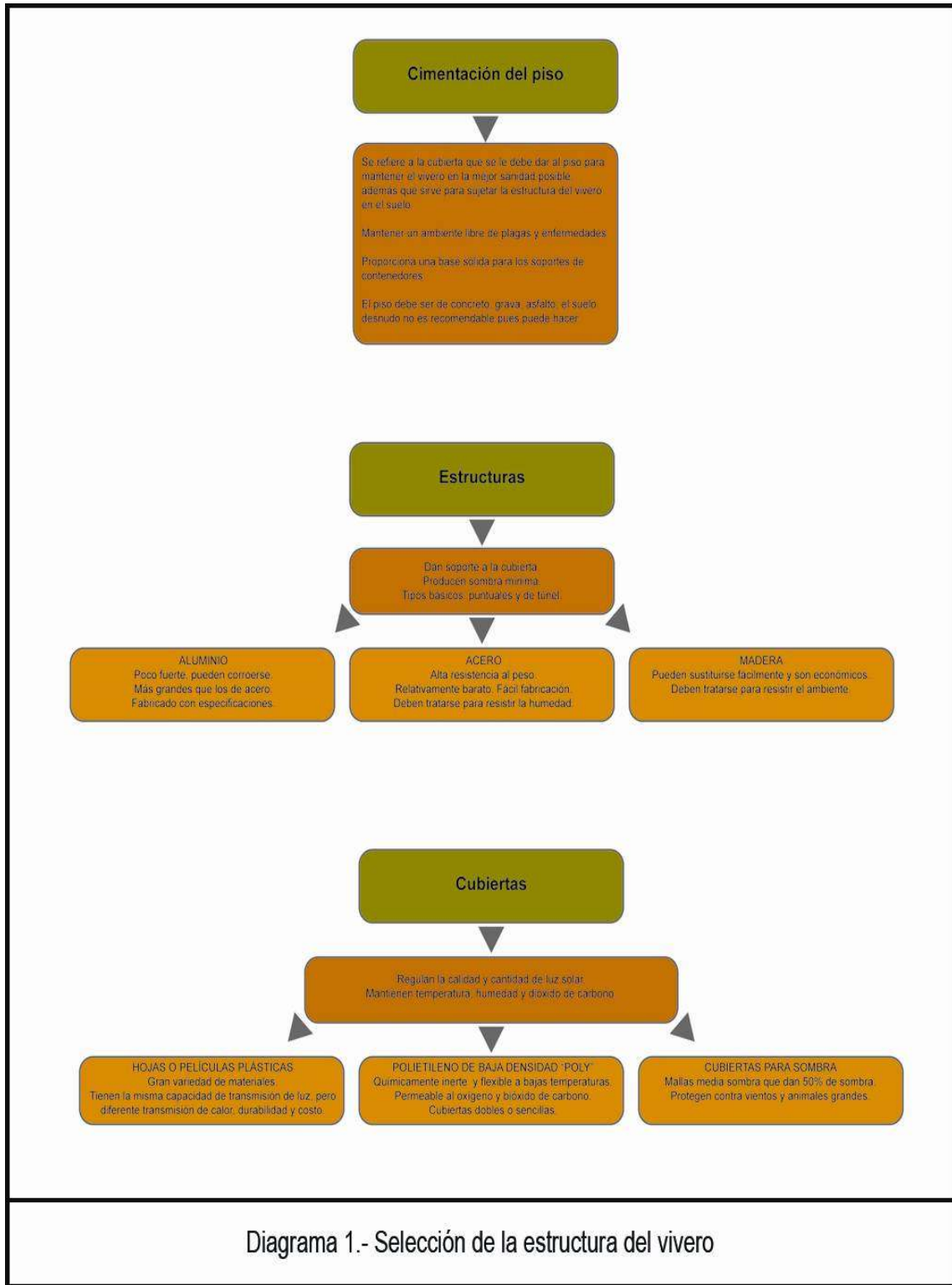
## Sombras

En los viveros se utilizan ‘sombras’ para evitar la muerte de las plántulas recién trasplantadas, por acción de la insolación y/o evapotranspiración excesivas. Las sombras se hacen colocando soportes de madera o fierro en el borde de la cama de crecimiento. A la altura deseada se coloca en forma horizontal, soporte a soporte, una cuerda de alambre galvanizado sobre la cual se extiende una estera de caña o carrizo tejido con rafia o hilo de cáñamo (Padilla, 1983) (Figura 6). Ésta sostiene al “techo” que puede ser de carrizo, zacate, hojas de palmas, o malla sombra, como se realizan en los viveros rústicos de las zonas tropicales del país.



## Selección de la estructura

Para el establecimiento de los viveros, tanto semitecnificados como rústicos, se seleccionan distintos materiales dependiendo de las necesidades y disponibilidad, así como de los objetivos planteados. Además, deben cubrirse ciertos requisitos estructurales como son: una estructura para soportar con seguridad las cargas del diseño; regular la cantidad de luz solar, proteger al cultivo de condiciones adversas, plagas y enfermedades; así como permitir un acceso fácil para el manejo de materiales y plantas (Landis et al., 1994). En el diagrama 1 se muestran los criterios y requisitos necesarios para establecer una estructura adecuada del vivero. Por ejemplo, para los viveros se deben considerar los materiales para la cimentación del piso del vivero, la estructura y la cubierta.



También es conveniente utilizar materiales locales para no generar un gasto extra y aprovechar los recursos del lugar, tal como se hizo en los viveros rústicos establecidos en la zona totonaca veracruzana (Figura 7).



### **Infraestructura del vivero**

De manera ideal, el vivero debe contar con otras áreas además de las destinadas para la propagación o producción de plantas. Según Landis y colaboradores (1994), las instalaciones de un vivero exitoso incluyen un área principal de operaciones, instalaciones de almacenamiento y oficinas. Aunque estas áreas pueden ser poco viables para viveros rústicos, los viveros semitecnificados las pueden incorporar. Conforme los viveros rústicos, comunales o familiares se van haciendo más comerciales requieren de mejores instalaciones para trabajar más eficientemente

#### Área principal de operaciones

Consiste en el área de trabajo durante la siembra o empacado, el almacenamiento, la protección de equipo, oficina y la zona de reparación. El tamaño y diseño interior del área central de operaciones depende del tipo de actividades, tamaño y requerimientos de almacenamiento de cada vivero. Este lugar debe permitir un fácil acceso y el manejo de materiales y trabajadores (Landis et al., 1994)

#### Oficinas

Llegar a establecer un espacio destinado para oficinas pudiera parecer un lujo al diseñar un vivero. En realidad es muy importante al iniciar las actividades. Incluso, es posible establecer un espacio dentro del área principal de operaciones, para guardar algunas notas o archivos que se necesiten para la operación del vivero e incluso disponer un lugar para hacer negociaciones con compradores o proveedores (Landis et al., 1994). Estas instalaciones son útiles en el caso de

viveros comerciales. En el caso de los viveros rústicos son relevantes, si se han convertido en viveros comerciales y en donde es necesaria una zona de oficinas para manejar la administración de vivero con mayor eficiencia.

### Almacenamiento de planta

El material que se emplea para la propagación de especies forestales, se puede considerar perecedero, lo cual implica un período de conservación limitado. Para los fines de este libro, se sugiere un espacio con sombra que sirva como una casa de sombra o almacén de plantas listas para su trasplante. Este espacio ayudará a disminuir la temperatura con respecto a la que se tendría bajo la luz directa del sol. Dependiendo del material que se use el porcentaje de luz solar se puede reducir entre un 30% y un 50%. Durante el tiempo de almacenamiento, la planta deberá recibir riego y protección. Estas casas de sombra son de carácter temporal. Sin embargo, es importante contar con un área así, debido al tiempo que requiere colocar la planta con las personas interesadas en los programas de restauración (Landis et al., 1994).

### Diseño y orientación

Para tener un vivero apropiado, aún de tipo rústico, se requiere de un buen diseño que debe iniciarse con un croquis sobre la ubicación de los distintos componentes del vivero. Estos esbozos deben realizarse a escala para facilitar correcciones. Hoy en día, existen programas de cómputo que permiten elaborar diseños simples. En el diseño es importante considerar el manejo de contenedores, el espacio necesario para un movimiento eficiente de personas, materiales y plantas, tanto dentro del vivero como fuera. Cuando las actividades de propagación y producción se realizan a escala personal o familiar, el vivero requiere distancias muy cortas entre instalaciones, por lo contrario, si el vivero es comercial las distancias entre las instalaciones son mayores debido a la mayor producción. En las condiciones de las zonas tropicales debe contarse con un área para almacenar suelo. También se sugiere incluir en el plano, en caso de tener la infraestructura, el sistema de riego que se va a utilizar, o bien considerar un espacio en alto para colocar un tanque para el almacenamiento de agua en épocas de lluvia. Es relevante considerar dos tipos de estructuras:

- ❖ Estructuras a cielo abierto: dado que este sistema no presenta restricciones externas de límites estructurales, su diseño es sencillo. Consiste en una amplia superficie dividida en secciones o lotes, cuyas dimensiones se determinan por la capacidad física y económica para instalar una cubierta sencilla. Debido a su condición a cielo abierto, el riego es un factor fundamental. Por tanto deben tomarse en cuenta las necesidades y capacidades de las personas a cargo del mantenimiento. En este caso, se considera el número de miembros de la familia colaboradores de su mantenimiento (Landis et al., 1994).

- ❖ Estructuras de propagación: las camas de germinación y de crecimiento se pueden construir de cemento y colocar en alto y separadas de las paredes (30 a 60 cm), para facilitar la manipulación de las plantas y mantener los flujos de aire frío o caliente que descienden por las paredes (Landis et al., 1994).

#### Ubicación de las áreas de propagación y orientación de las estructuras.

- ❖ Las áreas de propagación y desarrollo son las zonas más importantes de un vivero. Por lo que se les debe dar especial atención al ubicarlas en el terreno del vivero. Las áreas de crecimiento a cielo abierto deben ubicarse para recibir una mayor radiación solar y una menor exposición al viento. En caso necesario, se recomienda colocar una cortina de árboles (cortina rompevientos) para abatir la pérdida de calor y proporcionar protección contra los efectos de las tormentas (Landis et al., 1994). Como regla general, las áreas de crecimiento deben localizarse a una distancia de por lo menos 2.5 veces la altura del objeto más cercano al sur, este y oeste (Walker y Duncan, 1974).
- ❖ La orientación se refiere a una dirección a lo largo de la parte principal de la estructura (Landis et al., 1994). Dado que en invierno, se crean más sombras internas cuando el sol pasa los extremos de los muros, el eje principal de una estructura simple de propagación debe orientarse de norte a sur (Nelson, 1991). Aún en zonas tropicales donde no hay un invierno fuerte, pero si cambios en el movimiento del sol; el eje principal debe orientarse ligeramente hacia el noroeste. Por ejemplo, si el invernadero no recibe luz por la mañana, la estructura debe orientarse de noroeste a sureste. Los pasillos de acceso que conectan una serie de estructuras de propagación, deben ubicarse en el lado norte. En relación a los vientos, es importante conocer la dirección de éstos, puesto que constituyen el factor de pérdida de calor en invierno, mientras favorecen el enfriamiento en verano (Boodley, 1981). De esta manera si la producción del vivero se realizará en invierno, la estructura debe orientarse de frente a la dirección de los vientos predominantes.

#### Consideraciones biológicas

- ❖ Tipo y tamaño del cultivo: para un buen manejo de las plantas es necesario conocer a las especies y a sus posibles enfermedades. Además, es importante considerar los tipos de sombra a utilizar, ya que el tamaño de la planta puede variar según la especie y/o en diferentes etapas de crecimiento de acuerdo a la cantidad de luz recibida.
- ❖ Duración del periodo de producción: es el tiempo que transcurre entre la propagación de plantas dentro de un ambiente de producción, hasta que

alcanzan el tamaño y calidad adecuados, para ser trasplantadas a otro lugar. Aunque existen variaciones entre especies, los sistemas de producción y el clima de la zona, es importante estimar una duración promedio del periodo de producción. Este tiempo promedio de producción determina el número y tamaño de los ambientes de propagación a ser construidos (Landis et al., 1994).

Las áreas de vivero descritas anteriormente se esquematizan en la figura 8. Este esquema representa de manera general las estructuras y zonas de trabajo necesarias para un vivero comercial tecnificado (a) y para un vivero rústico (b). El vivero tecnificado comprende infraestructura como una oficina, un almacén para materiales inflamables, servicios sanitarios, caseta de vigilancia, dormitorios, aula para la capacitación, área para el llenado de bolsas, área para la producción de composta, áreas para camas y almácigos y lugar para carga y de plantas entre otros. En el vivero rústico las zonas comprenden básicamente: un área de almácigos y camas, un área de llenado de bolsa y un área de almacén. Es necesario aclarar que el diseño del vivero se debe adaptar a las necesidades de los usuarios y a sus presupuestos. Los viveros rústicos no requieren de infraestructuras elaboradas, ya que los usuarios no necesitan vivir en el sitio y por lo tanto no requieren de un equipo permanente de trabajo, ni de áreas para el personal y de almacén.

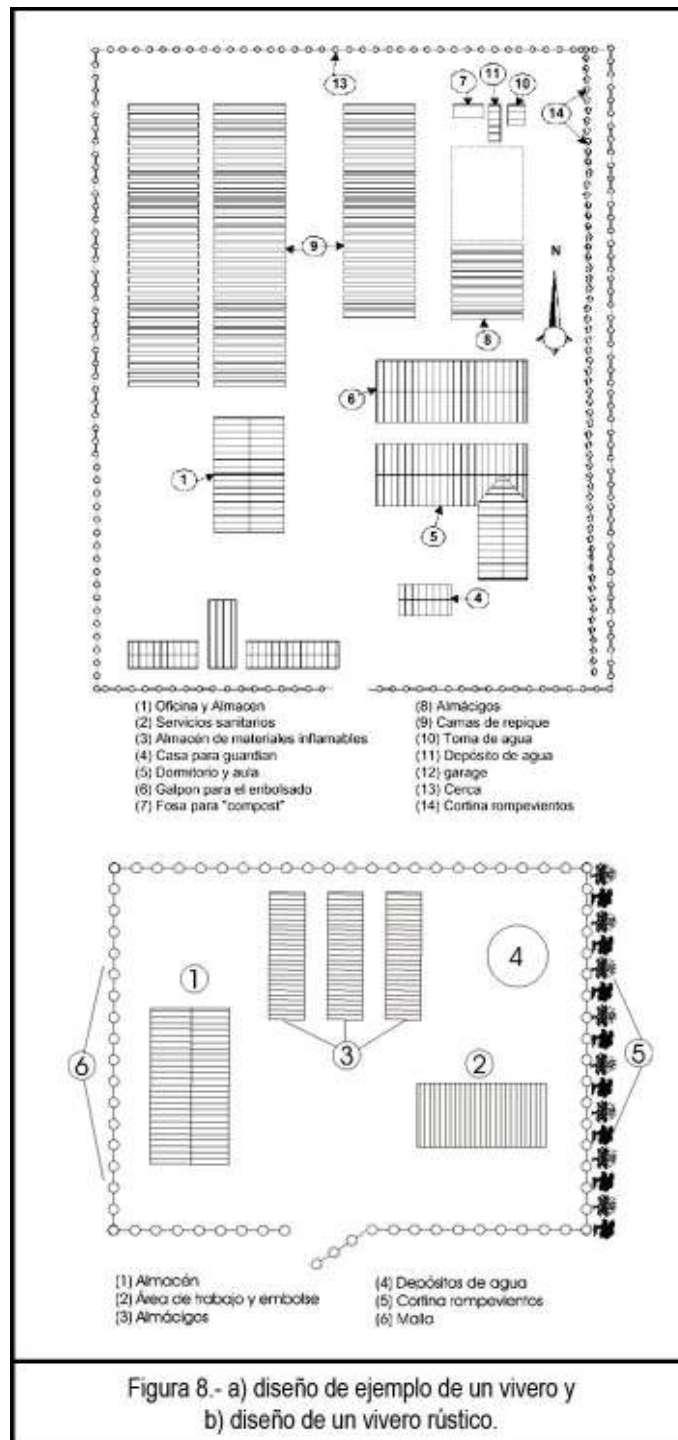


Figura 8.- a) diseño de ejemplo de un vivero y b) diseño de un vivero rústico.



## **Sustratos**

El sustrato es el soporte para la vida de la planta. Sus funciones principales son brindarle soporte y nutrición en el proceso de crecimiento (Navieras y Nitsch, 1997). Un sustrato comúnmente utilizado en los viveros rústicos es la tierra de monte, que consiste en una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos provenientes principalmente de los bosques. Sin embargo, el utilizar este tipo de sustrato puede provocar erosión en las áreas de donde se extrae la tierra, ya que se ocasiona una pérdida de la cubierta forestal (Hayman, 1982). Una opción es el utilizar compostas preparadas con materiales de bajo costo obtenidos en la región donde se encuentra ubicado el vivero. Existe una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos en el mercado, que se emplean como sustratos, dependiendo de las necesidades tanto de las especies como de los productores. Dentro de los tipos de materiales utilizados se encuentran los siguientes (Landis, *et al.*, 1994):

### Tipos de sustratos

- ❖ Naturales: pueden ser orgánicos sujetos a descomposición biológica o inorgánicos obtenidos de rocas o minerales modificados mediante tratamientos físicos o químicos (i.e. agrolita o perlita, lana de roca, vermiculita y arcilla expandida).
- ❖ Sintéticos: polímeros orgánicos no biodegradables (i.e. espuma de poliuretano, y poliestireno expandido).
- ❖ Residuos: de productos alimenticios, desperdicios forestales y residuos sólidos urbanos. Estos productos requieren de un proceso de composteo antes de su utilización.

Los materiales orgánicos e inorgánicos se presentan en diversas formas, los primeros se ejemplifican en la Tabla 2 y los segundos en la Tabla 3.





--	--

***Tipos de contenedores***

A  
co  
ge  
ac  
ar  
rú  
sa



La  
de  
cr  
Es  
la  
te  
pr

restales se han cultivado en diferentes tipos de  
entes en donde crecen las plantas recién  
se dividen en dos categorías funcionales:  
to con la planta y aquéllos que son removidos  
campo (Tinus y McDonald, 1979). En viveros  
utilizados con mayor frecuencia, son los que se  
anta sea trasplantada en campo.

dores, están diseñadas para lograr un buen  
plantas que aseguren la sobrevivencia y el  
iones, regenerando con rapidez nuevas raíces.  
crecimiento radical o PCR. (Ritchie, 1984). En  
arísticas de de las macetas de papel, nueva  
para pruebas de laboratorio, más que para la

**Macetas de papel sin fondo (Landis et al., 1994).**

--	--

## Remoción de los contenedores antes de la plantación

Los contenedores deben de facilitar la extracción de la planta al momento de trasplantarla. Las paredes deben ser relativamente lisas o muy lisas para que las raíces puedan ser desprendidas fácilmente y las raíces no salgan o se adquieran a algún sustrato. Las bolsas de plástico negro de polietileno son un material que permite una fácil extracción de la planta o plántula. Otra característica importante de los contenedores es la forma de la cavidad, pues ésta debe irse adelgazando de la parte superior hacia la inferior (a esta característica se le llama ahusamiento). Así, la planta puede ser fácilmente extraída desde el extremo superior y las raíces no crecen o se adhieren a las paredes por el espacio reducido. Varios tipos de contenedores se presentan a continuación entre ellos están: los tubetes (Figura 10), tubos de polietileno (Figura 11), contenedores tipo libro y tipo funda (Figura 12) y los contenedores en bloque (Figura 13) (Tinus y McDonald, 1979).

**Figura 10 Contenedor de tubetes**



Figura 11. Tubo de polietileno (polytube) o la bolsa de polietileno (polibag) (Landis et al., 1994).



Figura 12. Contenedores tipo libro y tipo funda (Landis et al., 1994).



Figura 13.- Contenedores en bloque (Landis *et al.*, 1994).

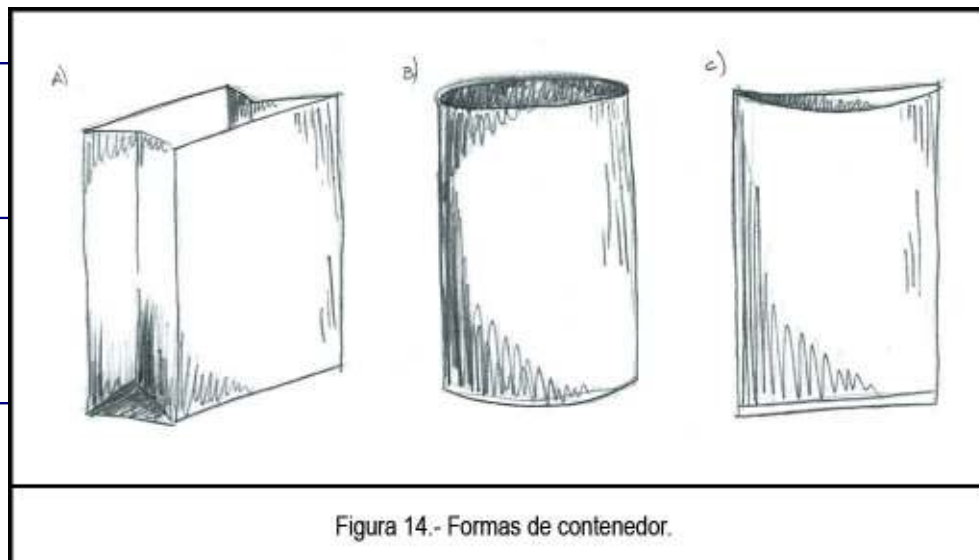


### Selección del contenedor

La selección del contenedor para la producción de plantas en viveros forestales, es una decisión de gran relevancia, ya que dependiendo de la forma y material de éste se pueden controlar aspectos biológicos y económicos (Tabla 4). Los aspectos biológicos que se pueden afectar dependiendo del contenedor son la germinación, el crecimiento, el trasplante y el manejo de las plantas. Es de conocimiento general que según el tamaño de la semilla y de la planta se elige el tamaño del contenedor. Dentro de los aspectos económicos podemos mencionar que según la selección del contenedor se determina el tipo de almacenamiento y el trasplante (Landis, *et al.*, 1994).

**Tabla 4. Características del contenedor que afectan el crecimiento de la planta**

(Figura 14).



Otras características que deben tomarse en cuenta para la selección de contenedores son la durabilidad y la resistencia. El intenso calor y los rayos ultravioleta pueden romper algunos tipos de contenedores de plástico. Lo mismo ocurre con la manipulación a que son sometidos desde su embarque inicial, a lo largo de la etapa de cultivo, hasta el almacenamiento y plantación. Algunos contenedores se diseñan para ser utilizados una vez; mientras otros pueden reutilizarse por 5 o más rotaciones de cultivo, como las bolsas de polietileno negras.

#### Selección del sitio de propagación

Al establecerse un vivero deben considerarse cuatro puntos principales: el acceso el buen suministro de agua; la orientación en el terreno y la topografía de éste. De los dos últimos aspectos depende, en gran parte, el buen drenaje del vivero (Arriaga, *et al.*, 1994). En la tabla 5 se resumen los factores que intervienen para la selección del sitio para el establecimiento de un vivero.

**Tabla. 5. Factores que determinan el lugar de establecimiento del vivero  
(Landis *et al.*, 1994).**


## ***Métodos de propagación***

### **Propagación a raíz desnuda**

Las plantas a raíz desnuda generalmente se desarrollan en camas de germinación o en el suelo del vivero y son transportadas sin tierra al lugar definitivo de plantación. Para este tipo de propagación se deben escoger variedades locales de las especies nativas ya que estarán mejor aclimatadas y tendrán más probabilidades de sobrevivir. Hay que considerar que en ocasiones este tipo de propagación no es muy viable, sino se sincroniza con la época de lluvias. La propagación se debe establecer lo más cerca posible del lugar de plantación por la fragilidad de las plantas a raíz desnuda. Además el lugar debe adecuarse a las características específicas para las especies que se planea propagar (Padilla, 1983).

**Ventajas (Napier, 1985):** bajos costos de producción, transporte y plantación, facilidad de transporte a la plantación. Uso del mismo suelo en el vivero año tras año. Si las semillas son plantadas correctamente no hay problemas de deformación de raíces.

**Desventajas (Napier, 1985):** la exposición al aire libre y el daño a las raíces disminuye la sobrevivencia en la plantación. Si las raíces han sido dañadas las plantas no pueden utilizarse en zonas áridas o en sitios difíciles. Se requiere de supervisión cuidadosa y de trabajadores bien entrenados y experimentados. El área del vivero necesita ser grande por la rotación del cultivo. Se requiere de mayor cuidado en la selección del sitio del vivero y el manejo del suelo es muy importante.

### **Propagación en contenedor**

La propagación en contenedor no necesita de grandes espacios ya que la densidad a la que crecen las plantas es mayor, en comparación con el sistema de producción a raíz desnuda y constantemente se tiene que transplantar a las plántulas. Los viveros que producen plantas en contenedor, facilitan la extracción, transporte y plantación tan solo removiendo el suelo que rodea las raíces. Este tipo de propagación es más frecuente en climas templados.

**Ventajas (Napier, 1985):** Tasa de sobrevivencia alta (85 a 100%). Posibilidad de propagar cualquier tipo de especie. Rango amplio de plantación y apto para sitios difíciles. El tamaño y tipo del envase pueden variar dependiendo de las necesidades del sitio. El método es relativamente sencillo y útil cuando la experiencia es limitada. Generación de oportunidades de empleo. Las plantas en contenedor son más resistentes al estrés generado por el trasplante.



Desventajas (Napier, 1985): Costos altos. Dificultades de transporte hacia la plantación. Deformación de las raíces por causa del envase lo que reduce el crecimiento de los árboles. Es necesario transportar grandes volúmenes de suelo al vivero cada año para el llenado de los envases. Preparación de sustratos de acuerdo a fuentes locales.

### Selección de la propagación a raíz desnuda o en contenedor

La decisión de realizar la propagación a raíz desnuda o en contenedores debe tomarse cuidadosamente. Los factores a evaluar son biológicos, económicos y técnicos. Las consideraciones biológicas son de importancia fundamental para la selección entre un vivero a raíz desnuda y uno de contenedores, al igual que la cantidad de espacio con la que se cuenta. Es necesario recordar que la propagación a raíz desnuda requiere de viveros con mayor espacio. También es importante considerar el sitio de plantación, ya que si se las condiciones de acceso son difíciles no se recomienda la producción a raíz desnuda. Los requerimientos tanto de producción, transporte, capital de inversión y la disponibilidad de la mano de obra son aspectos que deben tomarse en cuenta para la determinación de los costos generales. Finalmente, también es necesario considerar la experiencia técnica de las personas involucradas dado que la disponibilidad de un viverista hábil influye en la selección del tipo de vivero (Landis, *et al.*, 1994).

### Sistemas de riego

El agua está considerada como el principal factor limitante del crecimiento en los ecosistemas naturales y artificiales (Landis, *et al.*, 1994). Su presencia regula casi cualquier proceso vegetal, como la fotosíntesis que disminuye drásticamente conforme aumenta la escasez de agua (Kramer, 1983). El estado del agua en las plantas se describe en varias formas: contenido de humedad, potencial hídrico y movimiento del agua. Probablemente, las mediciones más útiles del estado del agua en las plantas, son el contenido de humedad y el potencial hídrico (Spomer, 1985).

El contenido de humedad de la planta cambia constante durante el día. Las pérdidas por transpiración a través del follaje usualmente son mayores que la cantidad de agua absorbida a través de sus raíces (Landis, *et al.*, 1994). La diferencia entre la absorción de agua y la pérdida de humedad crea tensión hídrica en la planta. La tensión hídrica en las plantas que se producen en contenedor se controla mediante la aplicación de riegos constantes. En el caso específico de viveros rústicos, sin sistemas de irrigación, se recomienda el riego a mano durante las tardes, una vez que el sol se ha ocultado.

## Cantidad y calidad del agua requerida para viveros que producen en contenedor

Debido a que el agua es el factor biológico más importante para controlar el crecimiento de la planta, la cantidad y la calidad del agua de riego son los elementos ambientales más esenciales en la operación de viveros que producen en contenedor (Landis, *et al.*, 1994). Un buen vivero debe contar con un abastecimiento permanente de agua de calidad para el riego y disponible a lo largo del ciclo de cultivo. La cantidad de agua necesaria para producir especies forestales en contenedor, depende del clima, el tipo de estructura, el sistema de riego, el sustrato y las necesidades de la planta.

Básicamente hay dos fuentes de agua de riego para abastecer los viveros forestales: agua subterránea y agua superficial. La primera proviene de lagunas, estanques naturales y represas. La segunda se origina en manantiales o bien en una red de agua de consumo público. De allí se lleva al vivero, por bombeo a un estanque ubicado en la cabecera del mismo (García, 1992, Landis, *et al.*, 1994). El agua proveniente de áreas agrícolas puede estar contaminada con plaguicidas residuales (Landis, *et al.*, 1994), lo que afecta la calidad de la misma. La calidad del agua debe considerarse en la evaluación del sitio para el establecimiento del vivero, debido a que los procedimientos para mejorar la calidad del agua de riego son altamente costosos.

El método de aplicación del agua de riego en los viveros de contenedores, depende del tamaño e infraestructura del vivero y de las características de las especies en cultivo (Landis, *et al.*, 1994). La mayoría de los viveros grandes usan algún tipo de sistema de riego mecanizado. Sin embargo, en los viveros forestales rústicos el riego manual es obligatorio.

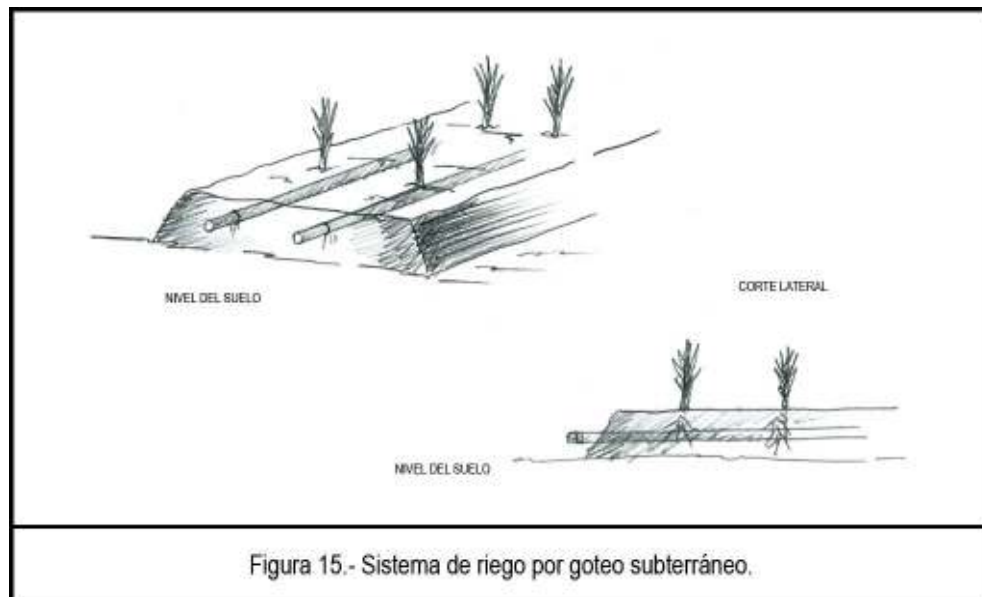
## Sistema rústico de riego

Para aquellas localidades carentes de drenaje, los sistemas de riego en viveros rústicos deben plantearse con alternativas accesibles y reales en relación con el medio. Para ello, lo primero que se recomienda es realizar el riego a partir de una fuente cercana de agua, ya sea con regaderas o mangueras. El agua se almacena en tambos o tinacos de plástico, cerca de las camas de germinación y crecimiento para facilitar la acción. Otra manera en la que se puede realizar el riego es cuando se tiene un vivero con techumbre al que se le puede adaptar un sistema de goteo por mangueras haciendo cortes en el techo por donde pasa la manguera.

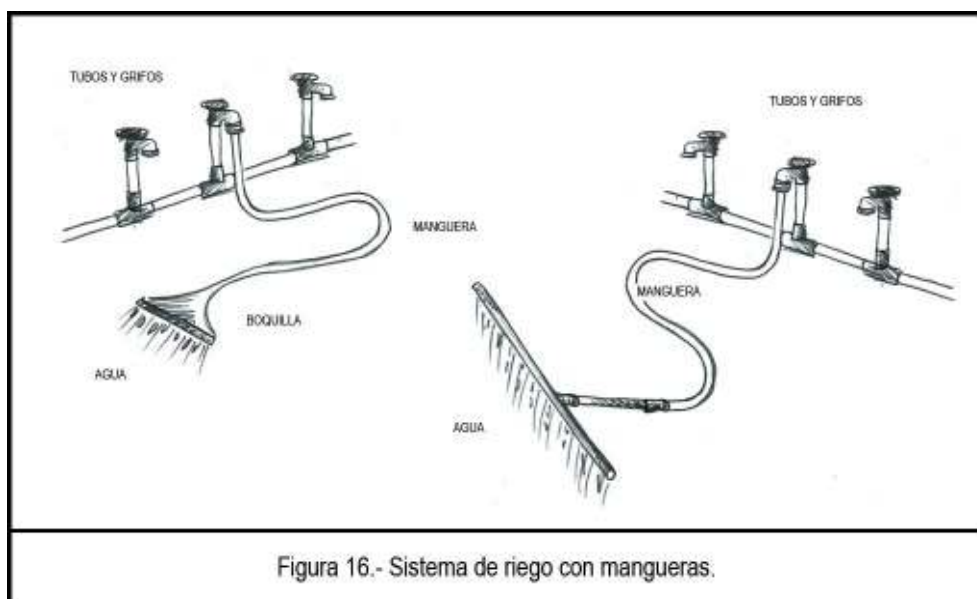
Para el abastecimiento de agua se sugiere la instalación de colectores pluviales (agua de lluvia), los cuales se hacen formando canales en el alero de los techos de dos aguas y guiándolos a un depósito final. En depósito se almacena el agua o bien se colocan tambos en lugares estratégicos a fin de coleccionar el agua de lluvia que cae directamente en ellos. Los pozos, también resultan una opción para el abastecimiento de agua. Los sistemas que se utilizan para el caso de sistemas rústicos de riego son los siguientes (Padilla, 1983):

Por inundación: consiste en saturar la superficie a regar durante un cierto tiempo, se utiliza en camas bajas para producir en recipientes o a raíz desnuda en camas de germinación a nivel o sobre el nivel del suelo.

Por goteo subterráneo: se aplica a través de tubos porosos o con orificios, directamente a las raíces de las plantas (Figura 15).



Con mangueras: con o sin boquilla (aspersor), para producir lluvia fina o nebulizar el agua. Además, también se les conectan al final de las mangueras unos tubos de plástico con orificios que permiten una mejor distribución del riego (Figura 16).



La cantidad de agua que se almacena en los contenedores donde están las plantas o plántulas, debe monitorearse constantemente. La carencia o el exceso de agua provocan tensión hídrica para las plantas afectando su crecimiento y por consiguiente la producción en el vivero. La determinación de la humedad en los contenedores se lleva a cabo mediante diferentes técnicas (Tabla 6). Es recomendable que en cada vivero se desarrollen escalas de peso adaptadas a los sustratos y tipos de contenedores utilizados.

Tabla 6. Revisión del agua en los contenedores (Landis <i>et al.</i> , 1994).	

### Cantidad de agua para el riego

La cantidad de agua necesaria para regar varía según las necesidades específicas de las especies. Por lo que la estimación sobre la cantidad necesaria de agua se determina, empíricamente según las condiciones de cada vivero y las especies propagadas. Lo más importante que hay que considerar cuando se riega en contenedores es que se debe aplicar suficiente agua en cada riego, de manera tal que se proporcione un poco más del agua necesaria para saturar el medio y de manera que ocurra muy poca de lixiviación (pérdida de suela) (Landis, *et al.*, 1994). Es importante notar que si existen recomendaciones de la cantidad de agua que necesita cada especie, ésta se expresa en términos de profundidad (centímetros) o de volumen de agua (litros) por unidad de superficie. La regla general de riego nos dice que es necesario aplicar aproximadamente 10% de agua adicional, con respecto a la requerida, para saturar el contenedor y esta cantidad variará de acuerdo a la etapa de cultivo y a las condiciones del vivero. En la tabla 7 se observan las opciones de riego en diferentes fases de crecimiento de las plantas.

Tabla 7. Riego en diferentes fases de crecimiento de las plantas (Landis <i>et al.</i> , 1994).	


### **Fertilizantes**

La aplicación de fertilizantes, abonos o compostas es importante para satisfacer las necesidades de nutrientes. Sin embargo, si se utiliza “tierra de monte o de bosque” de regiones templadas, no es necesaria la fertilización ya que tiene todos los nutrimentos necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas. En contraparte, cerca del 43% de los suelos del trópico presentan problemas de deficiencias de nutrimentos para las plantas y toxicidad de elementos (Salas, 2005). Por ello en zonas tropicales es necesario complementar los suelos con fertilizantes, abonos o compostas. Otra técnica utilizada para enriquecer el sustrato es el uso de micorrizas (asociación de hongos y las raíces de las plantas) que permite la fijación de nitrógeno y ayuda al crecimiento de las plantas.

#### Fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos más usados son las compostas. La composta se define como el producto obtenido al someter la materia orgánica a un proceso de descomposición aerobia que la transforma en una mezcla estable. Esta mezcla debe ser lo más homogénea posible y con una proporción equilibrada de sus componentes. La producción de composta requiere de cierta temperatura para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valioso para la agricultura y jardinería. Las compostas mejoran los sustratos de la siguiente forma (INFOAGRO, 2005):

- Aumentan las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- Logran mayor retención del agua.
- Son un sistema de reciclaje para distintos residuos.
- Son aplicables como sustrato.

La composta se lleva a cabo a través de un proceso de transformación de los residuos orgánicos realizado por microorganismos como bacterias y hongos. La descomposición eficiente de los residuos orgánicos depende de variables tales como: el porcentaje de hidrógeno (pH), el tipo y tamaño del material, la oxigenación, el contenido de nutrientes, la temperatura, la actividad microbiana y la humedad (Tabla 8). Así mismo, otros factores que influyen en la calidad de la

composta son las condiciones ambientales y la técnica de compostaje (Infoagro, 2005).

Tabla 8. Parámetros para realizar una composta (INFOAGRO, 2005)	

### Materias primas de la composta

Se puede emplear casi cualquier materia orgánica, siempre y cuando no esté contaminada. Generalmente, la procedencia de la materia es de los siguientes residuos (INFOAGRO, 2005):

- ❖ Restos de cosechas: vegetales jóvenes como hojas, frutos o tubérculos, que son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas o tallos son menos ricos en nitrógeno.
- ❖ Abonos verdes: restos de pasto o malas hierbas.
- ❖ Ramas de poda de árboles. Es necesario triturar estos materiales antes de su incorporación a la composta, ya que los trozos grandes alargan el tiempo de descomposición.
- ❖ Hojas: pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

- ❖ Restos domésticos: se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como restos de fruta y hortalizas. Es importante que estos materiales no contengan grasas.
- ❖ Estiércol animal: se recomienda el de vaca, la gallinaza, la 39apetes39, el estiércol de caballo y el de oveja. No se recomienda el uso de estiércol de perros o gatos.
- ❖ Complementos minerales: son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio, los oligoelementos y las rocas silíceas y triturarlas o en polvo.

### Elaboración de composta

Las compostas se pueden elaborar con varias técnicas. A continuación describimos las más comunes.

Compostaje en pila: es la técnica más conocida. Se basa en la construcción de un cúmulo o montón de material formado por diferentes materias primas, para lo cual es necesario considerar lo siguiente (INFOAGRO, 2005):

- ❖ Realizar una mezcla correcta: los materiales deben estar triturados y mezclados de manera homogénea. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y cascarillas de frutas). Es importante que la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) esté equilibrada. Una relación elevada retrasa la velocidad de humidificación y un exceso de nitrógeno ocasiona fermentaciones no deseables. El nitrógeno es aportado por el estiércol y leguminosas verdes.
- ❖ Formar la pila con las proporciones convenientes: la pila debe tener el suficiente volumen para conseguir un equilibrio adecuado entre la humedad y la aireación. La mezcla debe estar en contacto directo con el suelo, por lo cual se intercala entre los materiales vegetales con algunas capas de suelo fértil. También debe intercalarse una fina capa de composta madura o bien estiércol para facilitar la repoblación del montón por parte de los microorganismos. La ubicación de la pila dependerá de las condiciones climáticas de cada lugar y de la época del año en que se elabore. En zonas calurosas conviene situarla a la sombra durante los meses de verano. Se recomienda la construcción de pilas alargadas de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1.5 m y con una anchura de base no superior a su altura.
- ❖ Manejo adecuado de pila: la pila debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa (enzima de glucosa) por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje. Además, se homogeniza la mezcla y se intenta lograr una temperatura uniforme en todas las zonas de la pila. La humedad debe

mantenerse entre el 40 y 60%. Si el material de la pila está muy apelmazado es porque tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada. Es posible producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas. Normalmente, el material se debe voltear cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses obtendremos una buena composta.

Compostaje en silos o depósitos: se emplea en la fabricación de composta poco voluminosa. Para este caso deben fabricarse un contenedor redondo o cuadrado de 2 a 3 m. de altura, con orificios a los lados para permitir la aireación. En el contenedor se introducen los materiales (INFOAGRO, 2005). El silo se carga por parte superior y la composta elaborada se obtiene por una abertura situada debajo del silo.

Compostaje en superficie o abono verde: consiste en esparcir una capa delgada de material orgánico finamente dividido sobre el terreno. El material se deja descomponer y penetrar poco a poco en el suelo (INFOAGRO, 2005). Este material sufre una descomposición aeróbica y asegura la cobertura y protección del suelo.

### Micorrizas

Anteriormente se mencionó que otro método para la fertilización es el uso de micorrizas. Las micorrizas son las asociaciones naturales o simbiosis formadas entre hongos y plantas. En esta asociación el hongo proporciona nutrientes provenientes del suelo a la planta y ésta le proporciona al hongo los carbohidratos necesarios para su sobrevivencia (Salas, 2005). Generalmente, esta asociación es beneficiosa para ambas partes. Los hongos formadores de micorrizas se pueden localizar en todo tipo de suelos y en todos los ecosistemas terrestres. Su distribución en los suelos no es homogénea por lo que requieren de un manejo especial.

Existen dos tipos de micorrizas: la *ectotrófica* y la *endotrófica*. La asociación ectotrófica es aquella en la cual el micelio del hongo forma un denso manto que cubre la superficie de la raíz, con muchas hifas que se extienden en el suelo y otras que lo hacen hacia adentro, penetrando entre las células de la epidermis y la corteza de la raíz (Gliessman, 2002). La asociación *endotrófica*, es el tipo más común; en ellas las hifas colonizan los protoplastos de los tejidos parenquimatosos y se extienden hacia fuera introduciéndose en el suelo; esta micorriza se encuentra en la mayoría de las familias de plantas con flores y especialmente en especies cultivadas como: maíz, frijoles, manzanas y frambuesas (Gliessman, 2002).

Se estima que alrededor del 95% de las especies de árboles en los bosques tropicales, son endomicórricos (Salas, 2005), por ejemplo: Fabaceae-Mimosidaeae



(*Albizia guachapelle*, *Inga sp.*, *Leucaena leucocephala*), Fabaceae-Papilionoideae (*Erythrina sp.*, *Gliricidia sp.*), Verbenaceae (*Tectona grandis*), Meliaceae (*Cedrella sp.*), Caesalpinoideae (*Cassia grandis*), Bombaceae (*Ceiba sp.*), Bignoniaceae (*Tabebuia sp.*), Cunoniaceae (*Weinmannia pinnata*), Rubiaceae (*Genipa americana*), Combretaceae (*Terminalia oblonga*), Myrtaceae (*Psidium guajava*).

Para asegurar la presencia de micorrizas, se han desarrollado muchos métodos para producirlos comercialmente e inocular o introducirlos en etapa de vivero a las especies propagadas. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2006) reporta algunas especies de inóculos que se encuentran disponibles comercialmente como *Pisolithus tinctorius* y *Pisolithus arrhizuz*. Los inóculos se pueden aplicar directamente a la semilla, en el sustrato o en el riego. La efectividad de cada tipo de inóculo se determina por su capacidad para propagar la asociación micorrízica. Los inóculos no comerciales consisten en suelos con altos contenidos de hongos micorrícicos, tomados donde existen árboles hospederos (Salas, 2005). Aunque la formación de micorriza puede ser irregular o inconsistente en el uso de estos inóculos.

Considerando que el hongo micorrízico es una extensión de la raíz, se tiene una mejor absorción de agua y minerales en particular del fósforo. Otras características sobresalientes de las plantas micorrizadas son una menor incidencia de enfermedades en las raíces y la tolerancia al estrés hídrico (Xoconostle y Ruiz, 2002). Las características de la simbiosis repercuten en grandes beneficios como menor uso de fungicidas y bactericidas y mayor calidad y cantidad de flores o frutos (Xoconostle y Ruiz, 2002). Además las micorrizas promueven la formación de una microflora del suelo, un rápido restablecimiento del equilibrio ecológico natural, una rápida generación de una cubierta vegetal, una mayor formación de masa en raíces, un mejor enraizamiento en el sustrato, disminución en la pérdida de suelo por efecto del viento; la movilización de sustancias nutritivas y una mejor utilización de la humedad del suelo.

### **Sanidad del vivero**

El manejo en el vivero debe de estar enfocado a proporcionar las mejores condiciones para el estado fisiológico y morfológico óptimo de las plántulas y plantas a propagar. Por lo tanto, es necesario un buen control sanitario para evitar plagas y enfermedades. Lograr la obtención de plantas sanas depende del conocimiento y entendimiento de diversos factores: las características y necesidades de la especie forestal involucrada, tipo de sustrato y condiciones ambientales principalmente. Esto permite deducir la posible problemática y la implementación de la mejor estrategia que incluya tanto medidas preventivas como de erradicación de las plagas y enfermedades (Bainbridge, 1995).

Los factores que pueden causar enfermedades en las plantas son biológicos y ambientales. Los factores biológicos incluyen a los hongos, las bacterias, los virus

y los animales. Todos ellos pueden constituirse en agentes patógenos o en plagas y tienen el potencial de causar daños a grandes escalas, causando la pérdida total de la producción en vivero. Generalmente las plagas provocan la reducción de crecimiento debido a competencia por agua, luz o nutrientes minerales. Los factores ambientales que causan enfermedad, incluyen las deficiencias de nutrientes minerales, las alteraciones químicas de las plantas y los daños provocados por el clima y daños químicos (Landis, et al., 1994).

Las medidas de control sanitario más comunes incluyen la limpieza del sustrato, las semillas y las herramientas de trabajo. El sustrato es una de las principales fuentes de transmisión de enfermedades en el vivero. La desinfección del sustrato se realiza mediante tratamientos físicos o químicos que eliminan a los microorganismos nocivos (Landis, *et al.*, 1994). Los métodos más utilizados son el vapor y los fumigantes de amplio espectro. Otros tratamientos incluyen:

- ❖ Aplicación de calor al sustrato: el calor se aplica de manera directa a través de un generador de vapor, o bien de manera indirecta, mediante el proceso de composteo o solarización (Landis, *et al.*, 1994).
- ❖ Composteo: la temperatura que se alcanza en el proceso de descomposición es suficiente para eliminar a la mayoría de los organismos patógenos y conservar a los organismos benéficos.
- ❖ Solarización: consiste en cubrir al sustrato, previamente humedecido, con una o dos capas de plástico transparente para incrementar la temperaturas de 35 a 55°C y así eliminar a la mayoría de microorganismos patógenos.

La desinfección de las semillas es otra de las medidas preventivas para el buen control fitosanitario. La mayoría de las semillas forestales requieren de desinfección lo que se logra al sumergirlas de 2 a 5 minutos en hipoclorito de sodio al 1% (1 parte de cloro comercial y 5 de agua), antes de sembrarse en un sustrato libre de patógenos (Landis, *et al.*, 1994). Otra opción es introducirlas en una solución fungicida de acuerdo a las especificaciones y precauciones de cada producto.

Las herramientas se deben lavar y desinfectar antes del inicio de cualquier labor con hipoclorito de sodio al 1% ó 2%. También se debe eliminar el material enfermo, evitar las siembras profundas y el riego excesivo del sustrato y promover la nivelación y drenaje de los almácigos y terrenos de siembra para no tener encharcamientos. Las plantas sanas y enfermas deben de manejarse por separado ya que es muy fácil la transmisión de enfermedades. La aplicación de medidas preventivas disminuirá la probabilidad de enfermedad en las plantas y sustratos. Sin embargo, si hubiera necesidad de aplicar medidas de control, lo más común es aplicar productos químicos o eliminar plántulas o plantas enfermas.

## Diagnóstico de plagas y enfermedades

El diagnóstico de una enfermedad reside en la búsqueda sistemática de sus causas reconociendo síntomas, señales y patrones de ocurrencia. El diagnóstico de plagas y enfermedades consiste en tres etapas 1) identificación de la plaga o enfermedad, 2) diagnóstico de la causa real y 3) determinación del impacto de la enfermedad sobre la producción (Peterson y Smith, 1975): La diversidad climática de los trópicos impide emitir un diagnóstico general de las enfermedades causadas por plagas y enfermedades en los viveros de propagación. Sin embargo, existen elementos que pueden ayudar a detectar una plaga o enfermedad para actuar de manera adecuada e inmediata. Por ejemplo, son signos de enfermedad o de plagas en las plantas los siguientes eventos: hojas y tallos roídas, la apariencia carbonosa, las manchas de moho, la necrosis, la decoloración del follaje, la presencia de huevecillos, las crisálidas, las larvas, las pupas y los insectos adultos.

La existencia de plagas o enfermedades en un vivero no necesariamente significa que se afectará la producción total, por lo que es indispensable realizar una estimación del impacto. La determinación del impacto de las plagas o las enfermedades implica realizar un inventario de todos los lotes de plantas afectadas y un conteo directo, o bien una estimación estadística para calcular el porcentaje de pérdida (Landis, *et al.*, 1994). Una vez realizado el impacto de la enfermedad, es necesario tomar medidas inmediatas para el control de las plagas o enfermedades. Finalmente, los problemas pueden no ser serios en términos económicos o de producción si se controlan a tiempo y se considera un margen de pérdida por especie desde el inicio de la propagación.

## Plagas y enfermedades más comunes

Las enfermedades de mayor importancia en los viveros forestales se originan en la raíz y son causadas principalmente por hongos *fitopatógenos*, aunque existen otras enfermedades producidas por bacterias, virus y nemátodos. Los hongos fitopatógenos se transportan y/o diseminan fácilmente por la contaminación de: semillas o esquejes, sustratos de crecimiento, herramienta, agua, viento, animales y la persona que manipula los materiales (Landis, *et al.*, 1994). Otra de las enfermedades más comunes causada por hongos fitopatógenos es el “apetes off” o ahogamiento y afecta a todas las especies forestales. Esta enfermedad tiene dos tipos de ataques: el pre-emergente y el post-emergente. En el ataque pre-emergente los hongos patógenos atacan y destruyen las semillas antes de la emergencia a la tierra del hipocótilo o de la planta en sí. 2) En el ataque post-emergente, los hongos atacan a la planta poco después de que ha emergido de la tierra. El ahogamiento de cualquier tipo puede ocurrir en 24 horas y se presenta en el cuello de la raíz, causa marchitamiento y la caída de la planta. Esta condición se identifica por un estrangulamiento pequeño de color oscuro en forma de anillo alrededor de la parte baja del tallo.

Las plagas que afectan a las especies forestales pueden ser nemátodos, insectos, arácnidos o animales mayores. Los nemátodos fitoparásitos ocasionan numerosas heridas en las raicillas formando callos o fisuras por donde se introducen los hongos, bacterias e incluso virus. Los nemátodos pueden causar disminución del tamaño de las hojas, pérdida de vigor y reducción de crecimiento. Los síntomas más comunes, causados por arácnidos, insectos y animales, van desde afectación de material vegetativo específico hasta depredación total de las plántulas o plantas (Tabla 9). Para el control de los insectos deben emplearse diferentes técnicas. Los insectos se dividen en dos grupos principales: los masticadores de las hojas y los que chupan los jugos de las plantas. Los insectos masticadores se eliminan mediante sustancias tóxicas, depositadas sobre las hojas, que al ser ingeridas causan su muerte. Los insectos chupadores se eliminan usando insecticidas de contacto directo que los cubren. Finalmente, las malezas pueden considerarse como una plaga ya que compiten con las plántulas por el agua, nutrientes y espacio, reduciendo su crecimiento y causando deformaciones en las plántulas. Por lo que la mejor manera de evitarlas es realizando limpieza permanente del sitio.



## Control biológico de plagas

El control biológico consiste en la aplicación de técnicas compatibles con la conservación del medio ambiente y se observa como una alternativa eficaz y libre de riesgo frente a los numerosos y crecientes problemas derivados del uso de los productos químicos. Existen muchas opciones para el control biológico que incluyen desde sencillas prácticas de sustancias orgánicas, hasta la elaboración de preparaciones más elaboradas que no contaminan o dejan residuos. A continuación se presenta las prácticas más comunes (Sinix, 2005, Reyes *et al.*, 1997; INFOJARDÍN, 2005).

**Aceite de parafina:** insecticida, *acaricida*. Se aplica en invierno para acabar con las fases resistentes de plagas tales como pulgones, cochinillas, ácaros, etc. Su eficacia, consiste en la formación de una capa sobre los insectos que les impide respirar. El mejor momento para su aplicación es a finales de invierno, justo cuando comienzan a brotar las yemas, pero antes de que salgan las hojas. Se aplica sobre la planta a razón de 5-7 ml en 10 lt de agua. Se moja bien la planta hasta que comience a gotear con un atomizador (cuanto más fina la gota, más efectivo). Como cualquier aceite de invierno, no se debe usar en plantas perennifolias, ni a temperaturas superiores a 25° C. Se suele encontrar en comercios especializados como solución para mezclar con insecticidas y herbicidas, por lo que resulta más barato que si se compra como insecticida.

**Aceite vegetal:** actúa contra cochinillas, cuando se agrupan en pequeño número. Se utiliza el aceite de oliva, el aceite de girasol o cualquier otro aceite vegetal. Asfixia a estos insectos en su fase inmóvil. Se puede aplicar con un aspersor. También puede aplicarse un aceite de petróleo llamado citrolina, en una proporción de 1-3 % en agua adicionando un emulsificante.

**Agua:** los ácaros odian la humedad ambiental. Un remedio efectivo contra ellos es llevar la planta afectada a un lugar sombreado y rosecarla con agua varias veces al día. Hay que asegurarse de mojar bien toda la planta, especialmente el envés de las hojas. En 4 ó 5 días habrán desaparecido.

**Artemisa:** la *Artemisia absinthium* produce un insecticida natural de amplio espectro contra pulgones, ácaros, cochinillas y hormigas. Para elaborarlo se maceran 300 gr de planta fresca o 30 gr de planta seca en 1 lt de agua durante una semana. Luego se filtra y se rocía a la planta afectada cada 15 días.

**Ajo:** se usa contra enfermedades criptogámicas, bacterianas, ácaros y pulgones. Se hace un preparado con 10 g de ajos frescos en 1 lt de agua y luego se cuele. Otra variante es la infusión de ajo y cebolla para la que se tritura medio kilo de ajos y cebollas y se echan en 10 lt de agua hirviendo, se deja reposar 10 minutos y se cuele. Esto se llama depurado. Se deben asperjar con ello las plantas y/o el suelo, haciendo tres tratamientos en diez días. Otro sistema contra los pulgones consiste en poner entre la tierra, alrededor de la planta, varios dientes de ajo.

**Alcohol:** para ataques de cochinilla poco importantes, en plantas pequeñas. Se puede usar alcohol etílico o metílico. Se impregna un trapo o un cotonete y se limpia a las cochinillas con él. Otra forma efectiva es mezclar ½ lt de agua templada con una cucharada de alcohol y otra de jabón de potasa (o de lavavajillas).

**Azúcar:** las hormigas son muy golosas. Muchas aparecen como simbioses de pulgones, cochinillas y mosquita blanca. Protegen, limpian y trasladan a estos insectos a cambio de la mielecilla dulce que excretan. Otras veces ellas mismas pueden ser molestas en los hogares o dañinas en las siembras, pues roban las semillas. Se puede reducir su población instalando en sus zonas de paso ollitas llenas en parte con miel, leche condensada o almíbar, donde caerán y se quedarán pegadas. Este método es efectivo para reducir la población, pero sin eliminarla.

**Azufre:** acaricida preventivo y curativo. Se añade azufre soluble en la proporción de 80 g en 10 lt de agua y se fumiga bien la planta afectada. El azufre normal – amarillo- puede estar también pulverizado y no se disuelve en agua, pero se puede espolvorear sobre la planta. Sólo se debe usar a temperaturas entre 20 y 30 °C y repetir el tratamiento varias veces en un lapso de quince días.

***Bacillus thuringiensis*:** Esta bacteria produce toxinas naturales (delta-toxinas), que atacan tras ser ingeridas, la pared intestinal de algunas larvas de insectos. Esto les impide absorber el alimento y les daña la pared intestinal por donde la bacteria penetra al interior de las larvas y les produce la muerte. Las toxinas son inocuas para otros insectos y vertebrados. La bacteria es muy usada en agricultura ecológica. Se suelen vender en forma de polvo que contiene esporas y toxina juntas; las bacterias producen la toxina al esporular. Se debe rociar con gota muy fina, mojando bien la planta y en el momento adecuado (primeros estadios larvarios de la plaga). Es poco persistente, de 7 a 10 días y su efectividad disminuye con el calor (más de 30°C) y la humedad alta.

**Caldo bordelés:** fungicida tradicional. Se prepara con 100 g de sulfato de cobre y 17 g de cal viva (óxido de calcio) y agua en dos recipientes de plástico (nunca aluminio). El primer recipiente se disuelven 100g del sulfato de cobre en 1 lt de agua. Como el sulfato diluido tiende a irse al fondo, se suele meter en una bolsa de tela y se cuelga casi en la superficie del agua. En el segundo recipiente se coloca la cal viva en 1 lt de agua con cuidado de no quemarse y se deja enfriar. Posteriormente, se le añaden 8lt de agua y se filtra. Por último, cuando se vaya a usar, se mezclan ambos líquidos y se usa de inmediato. Si no se usa inmediatamente no se deben mezclar ambos líquidos.

**Caléndula:** planta herbácea, de hojas oblongas. Se intercalan con el cultivo con el fin de ahuyentar las mosquitas blancas.

**Canela:** fungicida preventivo para semilleros. Espolvorear ligeramente sobre el sustrato.

**Capuchina** (*Tropaeolum majus*): planta herbácea algo trepadora, de hojas redondas, flores amarillas o rojas. Es una planta ornamental. Se intercala con el cultivo con el fin de ahuyentar las mosquitas blancas.

**Captura manual de insectos:** en un vivero pequeño los escarabajos, las larvas, los gusanos, los caracoles y las babosas se pueden eliminar planta por planta. Es conveniente limpiar las plantas cuando hay humedad o después de una lluvia.

**Cáscaras de huevo:** para evitar los daños a las plantas causados por caracoles y babosas se colocan pedazos secos de las cáscaras de huevo que servirán como pequeñas trampas inmovilizadoras.

**Cáscaras de naranja:** sirven para atraer caracoles y babosas. Con las cáscaras se hacen unas pequeñas trampas sobre el suelo húmedo. La trampa debe de crear un refugio húmedo y oscuro para los caracoles.

**Ceniza:** se espolvoreándola alrededor de las plantas afectadas para impedir el paso de los caracoles. En caso de riegos o lluvias fuertes hay que repetir el tratamiento.

**Cerveza:** se utiliza para atraer caracoles y babosas por medio del aroma. Para ello se entierran envases de boca ancha con cerveza justo hasta el borde. Los insectos se ahogan y es bastante efectivo para reducir la población.

**Cola de caballo (*Equisetum arvense*):** se utiliza contra el pulgón y para prevenir hongos. Se ponen a remojo 100g de plantas frescas en 1lt de agua durante 24 horas. Luego se hierve unos minutos, se deja enfriar y se filtra. Se diluye en agua en proporción 1:5. Se debe aplicar en tiempo seco y soleado, de primavera a verano.

**Jabón de potasa (jabón negro, oleato potásico):** insecticida-acaricida-fungicida de contacto, efectivo contra pulgón, cochinilla y otros insectos de cutícula blanda, así como araña roja y hongos. Se degrada fácilmente por lo que no se aplica cuando hay sol. Se puede preparar de forma similar a la del jabón común o de sosa. Se necesitan: 5 lt de aceite de cocina, 5 lt de agua y 1 kg de potasa cáustica en escamas. Para su preparación se calienta el agua a 40° C y se mezcla cuidadosamente con la potasa en un recipiente resistente a los cáusticos. Es aconsejable usar guantes y gafas y evitar el uso de utensilios de aluminio. Una vez disuelta la potasa, se añade el aceite y se agita al menos una hora con un palo de madera, siempre dando vueltas en el mismo sentido. La mezcla se deja en reposo unos 15 días hasta que ha cuajado totalmente, ésta debe quedar con consistencia mantecosa. En caso de que no haya cuajado bien, se pone a baño María durante media hora, agitando constantemente. Para usarlo, se disuelven 30 g en 1 lt de agua y se asperja la planta evitando hacerlo a pleno sol o con mucha luz.

**Mosca (*Encarsia formosa*):** Himenóptero calcídido, ampliamente utilizado para el control de la mosquita blanca. No sobrevive a temperaturas inferiores a los 10°C, por lo que debe conseguirse con proveedores comerciales que lo crían junto al



*parasitoide* y a la plaga en plantas de tabaco. Es efectivo siempre y cuando la temperatura ambiental sea superior a 18° C.

**Farolillo (*Nicandra peruviana*):** planta herbácea de hojas con bordes dentados. Se le conoce como tomate de burro o tomate de culebra. Se pueden intercalar con el cultivo con el fin de ahuyentar las mosquitas blancas.

**Nicotina:** potente insecticida natural obtenido del tabaco (*Nicotiana tabacum*), útil contra pulgón, trips y otros insectos de cutícula blanda. Actúa por contacto e ingestión. Se puede obtener de forma casera por maceración de 3 cigarrillos rubios sin el filtro en 1lt de agua. Se filtra y guarda en lugar fresco. Se asperja directamente sobre los insectos, matándolos en pocos minutos. Una variante más efectiva es mezclar este macerado con 30 g de jabón de potasa. Destruye mejor a cochinillas y ácaros.

**Orégano:** Se hace una infusión con 1 cucharada sopera de orégano seco en 1 lt de agua hirviendo. Se deja enfriar y colar, posteriormente se moja bien toda la planta.

**Phytoseiulus perrsimilis:** este ácaro predador, controla a la araña amarilla que infesta a las plantas desde agosto-septiembre y sobrevive a las bajas temperaturas. Se puede obtener comercialmente, pero una vez introducido debe manejarse tanto la plaga como el predador y anticipar los ataques.

**Podas de saneamiento:** elimina las partes fuertemente afectadas por una plaga o una enfermedad para que no se extienda el mal (INFOJARDÍN, 2005). Tratar luego el resto de la planta con el producto más adecuado en cada caso.

**Purines de ortigas:** estimulante de la vegetación (abono) con propiedades fortalecedoras y curativas contra carencias que producen clorosis, previene el ataque de ácaros. Se debe usar *Ortiga virens* y *O. dioica*, que son muy ricas en nitrógeno y sales minerales. Se necesitan 2 kg de ortigas frescas o 400 g de secas y 20 lt de agua. Se maceran 5 días, removiendo cada día de vez en cuando, luego se cuele y se diluye en otros 40 lt de agua. Se debe usar al principio de la brotación y con cierta asiduidad (quincenal), regando y asperjando las hojas.

**Piretro:** insecticida natural extraído de la planta *Chrysanthemum cinerariaefolium* (crisantemo), también llamado piretrina natural. Actúa por contacto, produciendo parálisis en pulgones, mosquita blanca y ácaros. Tiene baja toxicidad y es poco persistente (máximo tres días). Se maceran 50 g de flores secas pulverizadas en 1lt de agua durante 24 hrs, se filtra y se guarda en un recipiente bien tapado en lugar fresco oscuro. Se puede mejorar su eficacia al mezclar con 30 g de jabón de potasa. Efectivo, muy usado en agricultura ecológica.

**Tomate:** insecticida contra pulgones. Hacer una infusión con un puñado de brotes frescos en 2 lt de agua hirviendo, dejar reposar 12 horas, filtrar y asperjar bien sobre los pulgones.



## Estimación de los costos de producción de un vivero rústico

Los costos de construcción para un vivero, varían considerablemente debido a la gran diversidad de materiales, estructuras disponibles y cantidad por m<sup>2</sup> para su construcción, así como la mano de obra y las instalaciones. Comúnmente los costos son referidos por área de producción y algunos productores prefieren instalar su propia estructura, mientras que otros recurren a contratistas comerciales. En el caso de la autoconstrucción es recomendable incluir en el presupuesto el costo de mano de obra, aunque el vivero se construya a nivel familiar o con ayuda de miembros de la comunidad. Para los cálculos de producción se debe de tomar en cuenta desde la colecta de las semillas, hasta el trasplante de las plantas, incluyendo el pago por llenado de bolsas o contenedores, trasplante, acomodo en las camas de crecimiento riego y mantenimiento del vivero. Una forma sencilla de calcular el costo total es por medio de jornales diarios. En la **figura 17** se presenta un ejemplo de un vivero rústico de la zona totonaca, con una dimensión de 8 x 10 m<sup>2</sup> y en la tabla 11 se desglosan los costos por jornales del mismo.



Figura 17.- Vivero rústico de la zona totonaca, Zozocolco de Guerrero (Archivo PROAFT 2003-2006).

**Tabla 11. Costos de instalación de un vivero rústico**

--	--	--	--



## Capítulo 2: Selección de semillas

### ***Importancia de las semillas***

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas (Niembro, 1988) y surge como resultado de una serie de procesos biológicos que se inician con la floración y concluyen con la maduración del fruto (Nitsch, 1965). Las semillas desempeñan una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. Aunque las semillas son por lo general el material comúnmente utilizado para la producción de plantas con fines de plantación, no es el único. Existe un grupo de materiales reproductivos denominado *germoplasma* como son las semillas, las yemas, las plántulas y las estacas. (Cromwell, *et al.*, 1996). Sin embargo, las semillas son las depositarias de material genético invaluable que es necesario conocer e investigar. Un área de investigación importante es el estudio de las semillas de árboles nativos. Está área brinda una buena oportunidad para mejorar el uso y manejo de las especies, por lo que se debe intensificar la investigación tanto de semillas como de sus características fisiológicas, mecanismos de latencia, germinación, longevidad ecológica o potencial y su posible aprovechamiento para la propagación y conservación de tales plantas.

Las semillas que se utilizan para propagación deben de originarse de árboles madre de buena calidad. Por ello, es indispensable una excelente selección de para obtener el material biológico y realizar la propagación. Una selección adecuada ayuda a mejorar la probabilidad de que la producción sea de buena calidad y de que la mayoría de las semillas germinen. Idealmente, el proceso de la selección de árboles forestales para la colecta de semillas debe de considerar las características requeridas para el lugar de plantación del árbol, además es aconsejable seguir los lineamientos de la Asociación Internacional Prueba de Semillas (ISTA por sus siglas en inglés). En las siguientes secciones de este capítulo se presentan las principales características de las semillas y las actividades necesarias para su colecta y selección de árboles madre. También se incluyen aspectos relativos a la selección y colecta de frutos de algunas especies nativas de la zona totonaca.

### Fenología

A los fenómenos periódicos visibles como la floración y la fructificación de las plantas, se les conoce como cambios fenológicos y al estudio de éstos se le llama *fenología*. Los cambios fenológicos están relacionados con la variabilidad del clima y son muy importantes para diseñar programas de colecta y propagación del germoplasma. El periodo de fructificación cambia entre diferentes localidades, incluso dentro de una misma región debido a variaciones en la disponibilidad de

recursos para la reproducción o bien a los ciclos *endógenos* que diferencian distintos niveles de esfuerzo reproductivo entre diferentes años. Por ejemplo, algunas regiones de clima homogéneo, tienen poblaciones de plantas con fructificación masiva unos años, seguida de baja o nula producción de *propágulos* sexuales durante varios años. En cambio en áreas más estacionales, las plantas se caracterizan por periodos bien definidos de fructificación (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997). El conocimiento de estas etapas de floración y fructificación permite realizar un cronograma para la colecta de semillas o propágulos. Actualmente, aunque existe información sobre la correlación entre variables climáticas y los eventos fenológicos, se necesita mayor investigación en especies tropicales.

## Floración

La floración es la etapa de crecimiento de las flores. La flor es la estructura reproductiva característica de las *plantas* llamadas *fanerógamas*. La función de la flor es producir *semillas* a través de la *reproducción sexual*. Tras la fertilización, la flor da origen, por transformación de algunas de sus partes, a un *fruto* que contiene las semillas. Típicamente una flor está compuesta de cuatro tipos de hojas modificadas: sépalos, pétalos, estambres (órganos reproductores masculinos de la flor) y carpelos (órganos reproductores femeninos de la flor) todos unidos al extremo del tallo o receptáculo (Arriaga, *et al.*, 1994). La flor presenta uno o varios carpelos llamados pistilos. El pistilo está generalmente diferenciado en tres partes: el ovario, que contiene los *óvulos* (células sexuales femeninas) y por encima de él se encuentran el *estilo* y el *estigma*, que reciben y conducen el polen (células sexuales masculinas) generado por los *estambres* (Arriaga, *et al.*, 1994). Una vez realizada la fecundación, se desencadena una serie de procesos bioquímicos que dan origen a un óvulo maduro (Arriaga, *et al.*, 1994).

Los hábitos de floración y el conocimiento sobre el desarrollo del fruto de las especies forestales difieren ampliamente. Es necesario conocer si las especies son monoicas (flores masculinas y femeninas en el mismo árbol) o dioicas (flores masculinas y femeninas en árboles separados), la periodicidad con que se registra la floración y la influencia del ambiente, así como los mecanismos y duración de la polinización y dispersión de la semilla. Este conocimiento permite determinar el tiempo de recolecta de semillas con el máximo rendimiento posible (Musálem y Solis, 2000). En algunas especies es difícil la obtención de su semilla, ya que cuando alcanzan la madurez rápidamente se dispersan por el viento (i.e, *Ceiba pentandra* (L)). En otras especies, la colecta de frutos se hace cuando están verdes y en el árbol, porque el almacenamiento prolongado permite una mejor semilla.

## Tipos de frutos

Los frutos son las estructuras originadas tras la fecundación de las flores y contienen y protegen a las semillas para su dispersión. Las semillas son óvulos maduros y los frutos son básicamente los ovarios maduros. La pared del ovario del fruto maduro, el *pericarpo*, puede ser suave o duro, carnosos o seco, y a menudo consiste de 2 o 3 capas distintas (Figura 18): *exocarpo* (capa externa), *mesocarpo* (capa media) y *endocarpo* (capa interna).

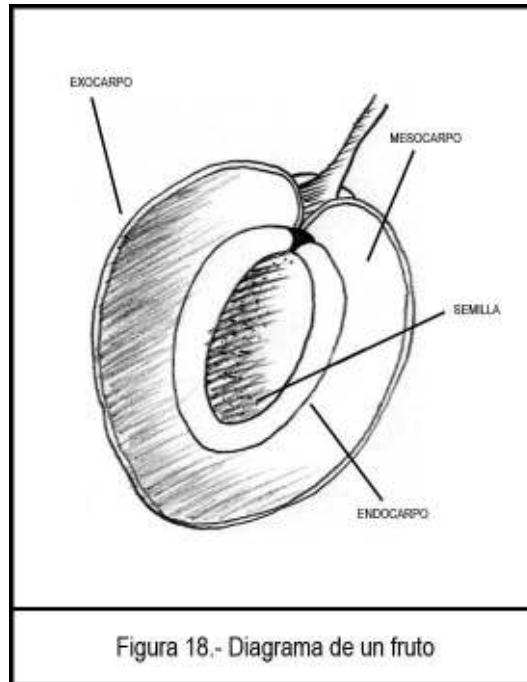


Figura 18.- Diagrama de un fruto

Los frutos de las especies forestales tienen diferentes características. Son de diversos tamaños, formas, estructuras y texturas. Con base en estas diferencias se clasifican en secos y carnosos. Los frutos secos, son aquellos que tienen el pericarpo o pared del ovario esencialmente seco cuando maduran. Pueden ser dehiscentes o indehiscentes (Arriaga, *et al.*, 1994) (Tabla, 12).

## Tabla 12. Frutos secos dehiscentes

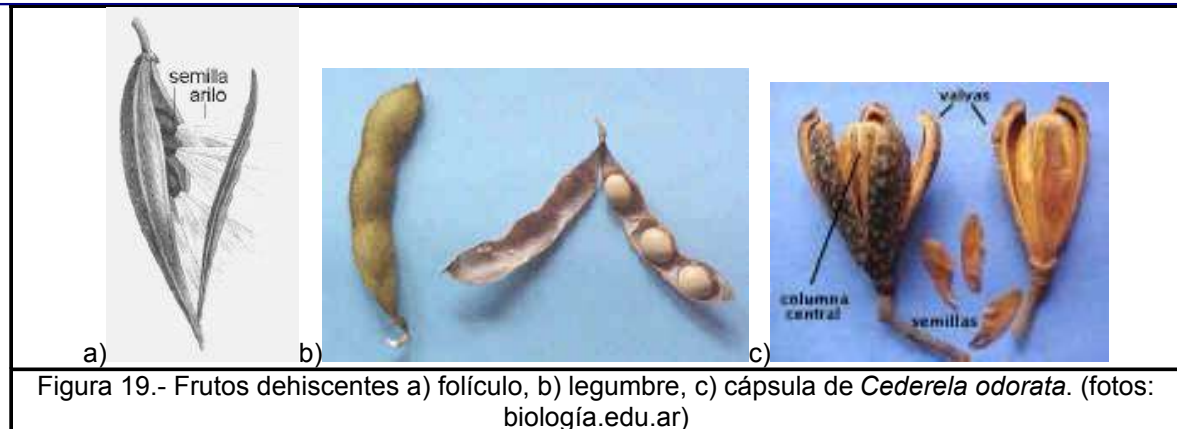
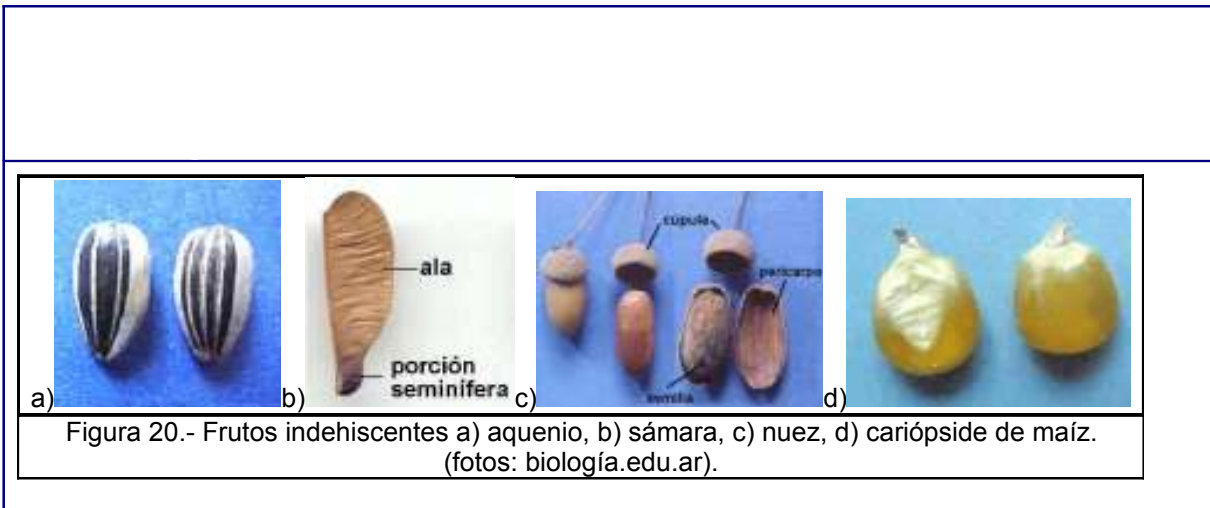


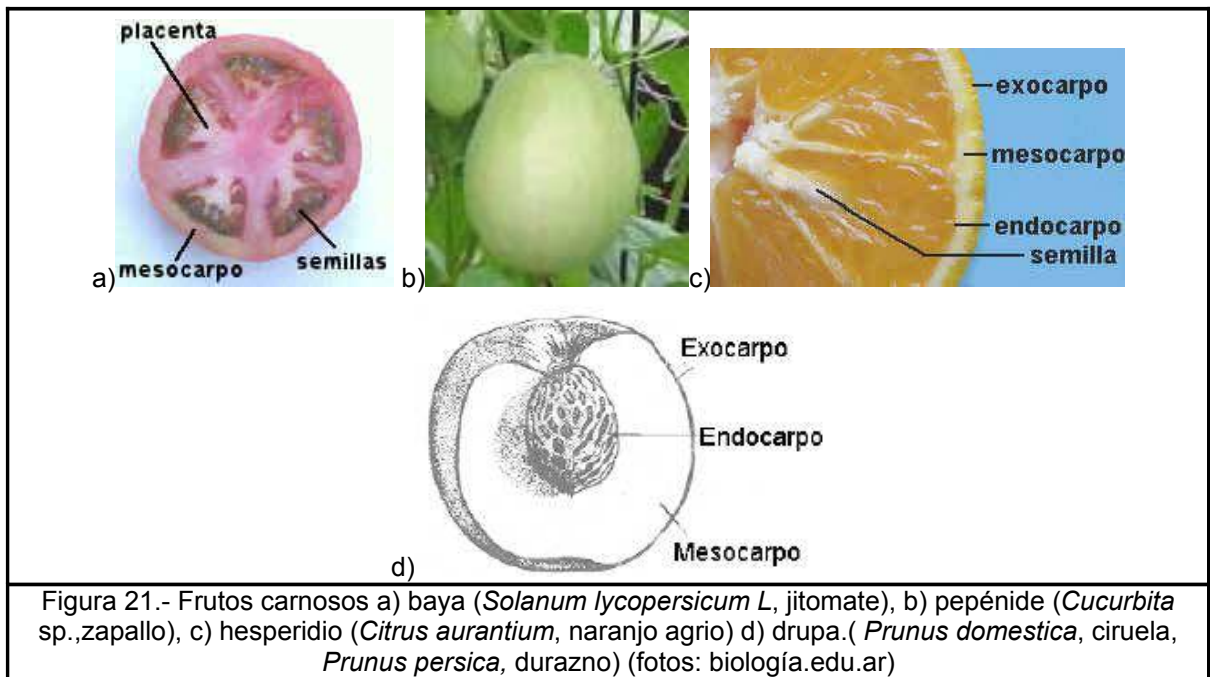
Figura 19.- Frutos dehiscentes a) folículo, b) legumbre, c) cápsula de *Cedrelea odorata*. (fotos: biología.edu.ar)

## Frutos secos indehiscentes





Los frutos carnosos son aquellos que tienen el pericarpo o pared del ovario parcial o totalmente carnosa cuando están maduros (Figura 21).



Muchos sirven como alimento pues tienen sabores agradables y dulces. Esta cualidad ayuda a la dispersión de las semillas por los animales, al ser ingeridas junto con los frutos pasan a través del tracto digestivo sin ser dañados. Los frutos carnosos pueden ser bayas, pepénides, hesperidios, drupas o pomos (Tabla 13).

**Tabla 13.- Frutos carnosos**

Tabla 13.- Frutos carnosos	

Existen algunos frutos que por su naturaleza se confunden con la semilla. Esto ocurre con frecuencia con frutos secos e indehiscentes. Así por ejemplo, las pepas del girasol no son semillas, sino frutos de tipo aquenio, tal como ocurre en la mayoría de las plantas de la misma familia. Igual ocurre con los granos de los cereales, trigo, maíz, centeno, arroz, etc., que también son frutos. Es como creer que el hueso de frutos como el durazno, ciruela, chabacano, entre otros, corresponde a la semilla cuando en realidad corresponde a la parte más interna del fruto, la cual se vuelve *pétrea* y rodea a la semilla. Estos frutos se denominan drupas, como ocurre con el almendro o la nuez del nogal. Otra confusión, no menos frecuente es atribuir a las legumbres, como el garbanzo, lenteja, guisantes, judías, etc., el calificativo de frutos, cuando en realidad se trata de semillas de un fruto tipo legumbre (Tormo, 2000).

### Tamaño y forma de las semillas

El tamaño de las semillas tiene una gran variación entre especies de plantas. No obstante, su origen *ontogenético* (historia del desarrollo de un individuo) es muy similar y con funciones bien definidas. La forma está determinada por el tipo de óvulo de origen y por los patrones de crecimiento, desarrollo, diferenciación y posición guardada dentro del fruto (Niembro, 1988). Los recursos de una planta para producir semillas son limitados. Así se tiene que la planta produce un gran número de semillas pequeñas o en un número menor de semillas grandes.

El número de semillas producido y su tamaño afectan la capacidad de sobrevivencia y perpetuación de las especies. Por ejemplo, las plantas que producen muchas semillas pequeñas se diseminan más ampliamente y tienen

mayores oportunidades de encontrar un sitio favorable para germinar y crecer (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997). Sin embargo, su tamaño pequeño aporta poco al crecimiento de la nueva planta y su desarrollo depende de los recursos disponibles en el medio. Por lo que sólo una pequeña fracción de semillas sobrevive. Por otra parte, las semillas grandes se producen en menor número y frecuentemente se diseminan a distancias más cortas. Cuentan con más recursos para iniciar su crecimiento y establecimiento, así que se producen plántulas más grandes y resistentes, con mayor superficie de raíces y de hojas (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997).

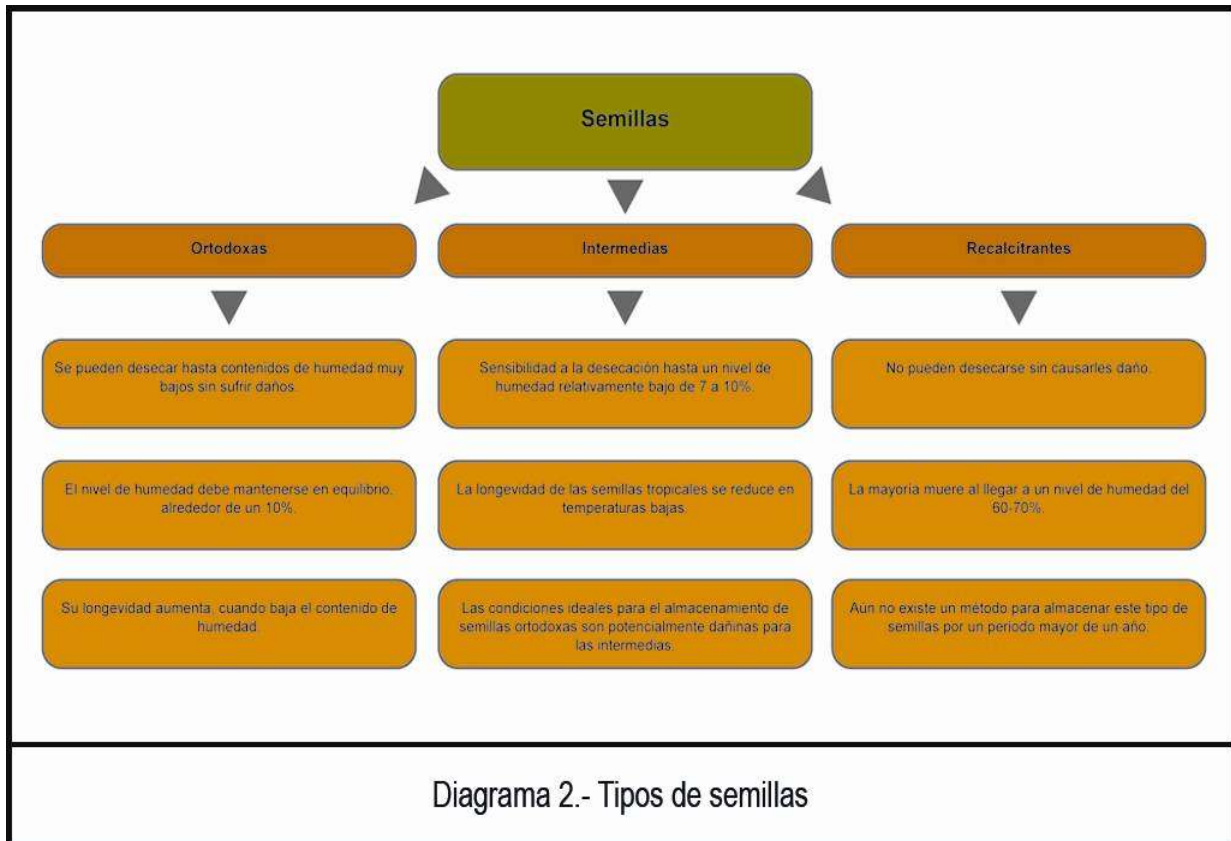
El número y tamaño de semillas de cada planta corresponde con las estrategias “K” y “r” de las especies. Estas son las formas de comportarse para su desarrollo o establecimiento dentro del ecosistema. Dichas respuestas ocurren ya sea como buenos reproductores (r) o como buenos competidores (K) (Pianka, 1970). Las características más relevantes de las estrategias “r” y “K” se explican en la tabla 14.

Tabla 14. Diferencias entre las estrategias de reproducción “r” y “K” de especies	

### Tipos de semillas

Las semillas se clasifican por su tipo de latencia, es decir su capacidad interna de control del inicio de la germinación en: ortodoxas, intermedias y recalcitrantes. Las

semillas ortodoxas presentan latencia, generalmente son pequeñas y tienen contenidos de humedad y tasas metabólicas bajas. Las semillas recalcitrantes no tienen latencia, son grandes y con contenidos de humedad y tasas metabólicas altos. Las semillas intermedias pueden o no tener latencia y los contenidos de humedad y las tasas metabólicas son medias (Diagrama 2).



### **Selección del árbol madre**

La selección de un árbol, para obtener semillas y frutos, debe basarse en las mejores características fenotípicas. El *fenotipo* de un árbol, es el conjunto de características visibles que lo hacen sobresalir de los demás. Por ejemplo, el fenotipo de las personas se ve expresado en el tamaño, la complexión, el color del pelo, de los ojos, la longitud de las piernas y brazos, etc. Todas estas características están determinadas por sus genes y el ambiente en el que se desarrolla el individuo. En el caso del árbol las particularidades que se observan a simple vista como la altura, el diámetro, la rectitud o el tamaño de la copa, son las características genéticas, que generalmente permanecen constantes en el tiempo



Una vez determinadas las características de cada árbol se debe considerar que valores tiene cada árbol. Los árboles con valores de 1 en cada una de las características, son los más adecuados para realizar la colecta de semillas. Así, el orden de preferencia debe ser de la siguiente manera: 111, 211, 112, 121, 122, 222. Los árboles con un valor de 3 en cada atributo, son árboles que no deben elegirse ya que producción puede ser poco exitosa. La floración y fructificación sirve de base para escoger entre árboles de una misma categoría, al realizar el mapeo de los árboles (Alba, 1989).

Otra forma de selección de los árboles, es mediante un análisis cuantitativo. En este tipo de análisis se realizan mediciones de altura, diámetro, edad, área basal, volumen, incremento medio anual y valoración de forma y calidad de fuste. Para realizar la medición del diámetro, éste se mide con una cinta especial a la altura de nuestro pecho (dap). La altura y el dap son datos que sirven para calcular la tasa de crecimiento de los árboles en ese sitio. Este tipo de análisis puede tomar más tiempo, pero junto con los dos tipos de evaluación anteriores, brinda mayor información sobre la dinámica de crecimiento de los árboles y sus características genéticas.

Las semillas también pueden colectarse en unidades productoras de germoplasma forestal con registros oficiales. Estos sitios están certificados y los árboles madre ya han sido previamente identificados y seleccionados. En muchos casos estas fuentes de germoplasma ofrecen material de gran calidad o calidad élite (semillas con mejoras genéticas). Finalmente, a continuación se anexa un ejemplo para elaborar una ficha de registro de certificación de árboles madre y colecta de semillas. Esta ficha incluye la información requerida para registrar fuentes de germoplasma en la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de México y otros datos relevantes para futuros productores de germoplasma.

Ficha para el registro y certificación de árboles madre y colecta de semillas											
Nombre del colector:											
Num. de control (consecutivo)						Fecha de colecta					
1. Datos Generales del árbol											
Género y especie						Fuente de germoplasma: Fruto ( ) Semilla ( ) Otro					
Nombre común											
Clave ejemplar de herbario											
2. Localización											
Entidad						Municipio					
Comunidad						Predio (m2)					
Propietario						Altitud (msnm)					
Coordenadas GPS*						Coordenadas (GPS)*					
3. Suelo general						3. Suelo relieve					
Grado de erosión Alta ( ) media ( ) baja ( ) nula ( )						Cresta de Cerro					
Profundidad						Pendiente Fuerte					
Textura						Pendiente moderada					
Exposición (N, S, E, O)						Relieve plano sin drenaje					
Pedregosidad						Relieve de fondo de colina					
4. Vegetación natural						4. Vegetación antropogénica					
Monte alto (selva) ( )						Cafetal ( ) Potrero ( ) Milpa ( ) Solar ( )					
Monte mediano (acahual maduro) ( )											
Monte bajo (acahual) ( )											
5. Cuerpos de agua asociados al árbol											
Manantial ( ) Arroyo ( ) Río ( )											
6. Datos árbol madre											
No. de árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Altura total											
Altura del fuste											
Diámetro de la copa											
Diámetro del tronco											
Peso de frutos											
Peso de semillas											
Cantidad frutos/semillas											

\*El GPS, es un instrumento electrónico que nos da las coordenadas de un objeto o lugar para poder determinar su posición.

### Obtención de semilla

La calidad de la semilla implica el conocimiento preciso de las fuentes *parentales*, y el conocimiento de las características de las especies. Para asegurar la calidad de la producción es necesario colectar de varios árboles, la obtención de semilla de un solo individuo resulta en una sobrevivencia baja y/o árboles de mala calidad. La semilla se colecta de frutos maduros de 15 a 25 árboles separados 100m entre ellos. Esto asegura la diversidad genética de la especie, su adecuada representación y reduce la posibilidad de que los árboles solo estén adaptados al sitio de colecta (Napier, 1985). En muchos viveros forestales la fuente principal de

semillas son recolecciones locales. Así, las colectas deben planearse de acuerdo a los ciclos de reproducción de la especie y a las variaciones ambientales. Las características más importantes para colectas consecutivas son: la edad del árbol o especie para producir semillas, la floración y la dispersión de frutos (Arriaga, *et al.*, 1994). La cantidad ideal de semillas para realizar pruebas de germinación es de 400-1000 por especie (ISTA, 2003).

## Planificación

El primer paso para una colecta exitosa es realizar un plan con objetivos calendarizados. En esta fase del proceso se incluye la selección de árboles semilleros, equipo de colecta, personal especializado, materiales para el transporte, vehículos y tiempo requerido (Alba, 1993). Los programas de colecta de semillas operan con presupuestos y calendarios de al menos un año de anticipación. Resulta fundamental realizar los recorridos de reconocimiento con anticipación a la colecta. Normalmente, los árboles presentan variaciones anuales en la producción de semillas, por tanto, es necesario realizar estimaciones para la cosecha. Las actividades de recolección pueden ser caras, ya que implican el costo de transporte de los recolectores, los frutos y la cosecha de cada árbol. Por lo que resulta más económico colectar solamente en años semilleros, es decir, cuando el árbol rinde más frutos y los frutos tienen más semillas (Zobel y Talbert, 1988).

## Época de cosecha

El periodo de cosecha o colecta de las semillas es marcado por la madurez de la semilla (Niembro, 1988). Al conocer el grado de madurez de la semilla, es posible cosechar los frutos inmediatamente y aún antes de su caída natural. Se considera que la madurez se alcanza en el momento en que los agentes naturales empiezan a causar la dispersión de semillas y el color del fruto cambia (Alba, 1993). La madurez también ocurre cuando la semilla alcanza su peso máximo o madurez fisiológica y significa que ya no depende de la planta madre (Niembro, 1988).

Un período de colecta adecuado permite la obtención de semillas de mejor calidad. Las semillas completamente maduras tienen la más alta viabilidad y buenas reservas (FAO-DANIDA, 1985). Es importante considerar que para cada sitio y cada especie el tiempo de madurez es diferente. No siempre los frutos de un mismo árbol alcanzan su madurez en el mismo período, por lo que existen frutos maduros e inmaduros simultáneamente. Por ello, es casi imposible evitar colectar al menos un 1% de frutos inmaduros. En algunas especies, los frutos maduros son retenidos en el árbol por 1 ó 2 años y por lo tanto se recolectan en cualquier época (Alba, 1993). Es recomendable, preguntar a los habitantes del lugar, sobre la maduración de los frutos y corroborarlo con recorridos de campo. De igual manera, no deben olvidarse que existen varios estudios fenológicos de muchas especies. Toda esta información debe utilizarse para planear la cosecha.



En la tabla 16 se presenta un ejemplo de etapas de floración y fructificación de algunas especies nativas de la zona totonaca.

Tabla 16. Etapas de floración y fructificación de algunas especies nativas de la zona totonaca.		

### Evaluación, duración de la cosecha y métodos de colecta

La evaluación de la cosecha se determina mediante los kilogramos de semilla limpia por costal. La duración de la cosecha es importante para la organización de la colecta, el transporte y el procesamiento de las semillas. Muchas especies muestran una fructificación menor a un mes, por lo que las actividades se deben planear para este periodo (Alba, 1993). La temperatura y la humedad son determinantes para la maduración, a mayor temperatura y humedad, la maduración es más rápida y viceversa.

### Acceso al árbol y sus frutos

La mejor forma de recolección de los frutos es obteniéndolos directamente del árbol. Generalmente los frutos caídos presentan algunas enfermedades o semillas improductivas por *depredación* de insectos (Alba, 1989). La recolección de los frutos implica tres pasos: 1) acceso al árbol y sus frutos, 2) cosecha de los frutos y 3) recolección de los frutos (Alba, 1989). Dependiendo de las características del árbol como: tronco, tipo de corteza, forma de la copa, tamaño, ángulo de las ramas, resistencia, densidad del follaje y altura de la copa, así como la facilidad de acceso a los frutos, se pueden usar diversas herramientas para la

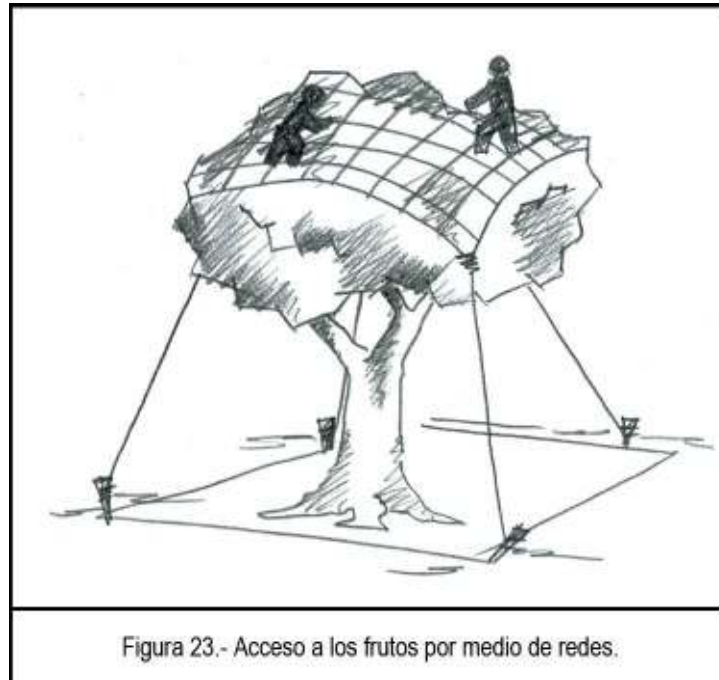
colecta de los frutos. Algunas técnicas utilizadas para la cosecha son las siguientes (Alba, 1989):

Acceso desde el piso: cuando no es posible ascender al árbol, se pueden utilizar ganchos o herramientas de largo alcance para obtener los frutos. En este método se corre el peligro de recolectar las ramas más bajas y laterales, lo cual no siempre asegura la mejor calidad de las semillas, pues debido a la posición, no se logra una polinización adecuada. Lo contrario ocurre con los frutos y semillas que se encuentran en la copa superior (Figura 22).



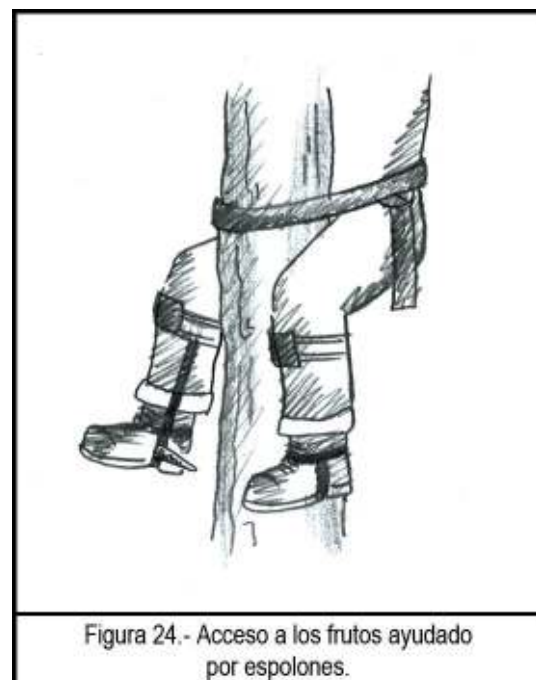
Figura 22.- Acceso a los frutos desde el piso  
(Saiz, 2004).

Acceso usando una red encima de la copa: este método se utiliza para árboles con copas densas y de gran cantidad de frutos. Consiste en lanzar una red con una hulera, arco o alguna otra herramienta y sujetarla a lo ancho de toda la copa para cubrirla. Una vez extendida y sujeta, se sube por alguna de las líneas tirantes, desplazándose por la red sobre la copa del árbol y retirando los frutos. La desventaja de este sistema radica en la dificultad para colocar la red en la posición deseada (Figura 23).



Acceso desde el interior de la copa: esto se realiza cuando las ramas y la copa están ubicadas de tal manera que permitan al colector trepar el tronco y llegar a los frutos. Para escalar el tronco se utilizan las siguientes herramientas:

1) Espolones: se usan en caso de que la corteza sea blanda, firme y el tronco no muy ancho. Además se utiliza un cinturón de seguridad y dos bandolas para ayudar al escalador a sostenerse. Este sistema puede resultar dañino para la corteza y ocasiona enfermedades posteriores. Si se piensa subir a ese árbol en años posteriores, esto ocasiona daños inaceptables (Figura 24).



2) Escalera: se usan de materiales livianos, algunas son desmontables y se pueden acomodar a medida que se escala el árbol. La desventaja de esta herramienta, es el tiempo que se emplea en montarla y desmontarla. Además son muy voluminosas, lo que hace difícil cargarlas dentro del bosque. Existe una escalera enrollable fabricada con dos cuerdas laterales y entrepaños de madera o aluminio amarrados a las cuerdas. Esta escalera es tan larga como sea necesario y para colocarla se tira con la ayuda de una cuerda hasta la



Figura 25.- Acceso a los frutos por medio de escaleras.

rama principal del árbol para jalarla y sujetarla al árbol, para después tensarla. Se utiliza para escalar especies *latifoliadas* (Figura 25).

### Cosecha de los frutos

Una vez que se ha logrado acceder al árbol, se procede a cosechar los frutos ya sea desprendiéndolos uno por uno o cortando una rama con sus frutos. Esto último no es recomendable, ya que se eliminan las cosechas futuras. El recolector debe preferir hacer el corte con las manos en caso de alcanzarlos o con la ayuda de ganchos largos si están alejados (FAO-DANIDA, 1985). Cuando los frutos o semillas son desprendibles fácilmente, es posible recolectarlos del suelo. Aunque esto no es un método apropiado, se recomienda coleccionar los frutos o semillas tan pronto como caigan, para que la calidad no sea afectada (Alba, 1993). Por ejemplo se puede colocar una red debajo de los árboles para la cosecha. Otra forma de colecta consiste en sacudir las ramas manualmente o con un brazo hidráulico que ejerce una vibración para obtener las semillas. Sin embargo, este sistema es costoso y la topografía de los lugares puede impedir su transportación. En la tabla 17 se presentan las características de algunas especies nativas de la zona totonaca y sugerencias para la recolección de sus frutos. Una vez obtenidos los frutos es importante que se guarden por separado y se etiqueten con el número de registro del árbol en sacos. El registro debe incluir diámetro, altura y diámetro de copa, localización del árbol, fecha y lugar de colecta (Alba, 1989). Posteriormente, los frutos se trasladan al sitio de procesamiento para limpiar las semillas y eliminar el exceso de humedad.



### ***Beneficio de semillas***

El beneficio de las semillas consiste en extraerlas de los frutos. Este proceso se realiza dependiendo de las características de los frutos y de la sensibilidad de cada especie a la temperatura, el tiempo que ha pasado desde la colecta del fruto hasta su procesamiento y del contenido inicial de humedad de la semilla. Para la extracción de la semilla es importante secar previamente los frutos. Una forma común de secar los frutos es tenderlos al sol en lonas o piso pavimentado seco con un buen drenaje. De esta forma, los frutos terminan su proceso de maduración y las semillas comienzan a salir (Alba, 1993). En caso de frutos completamente secos, se almacenan en sacos no muy llenos para que las semillas no se rompan y se colocan en lugares con ventilación adecuada y temperatura y humedad bajas (Alba, 1989). Otra opción de secado al sol, consiste en colocar a los frutos en cajas de madera con fondo de malla, poco profundo y largo. La caja se instala sobre una manta para que las semillas caigan (Figura 26 y 27). En este procedimiento es esencial que las cajas mantengan un buen flujo de aire y estén secas,

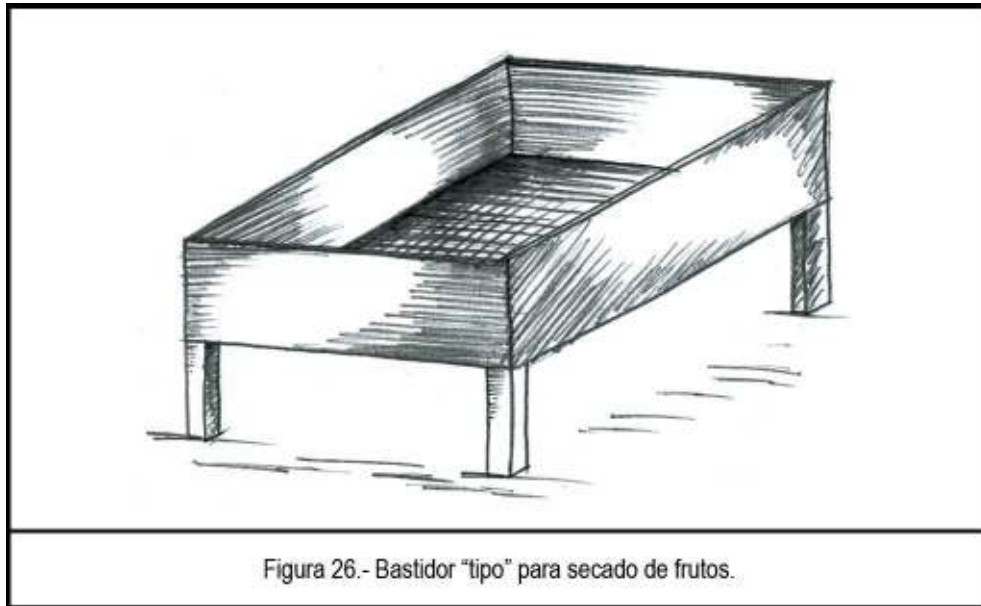
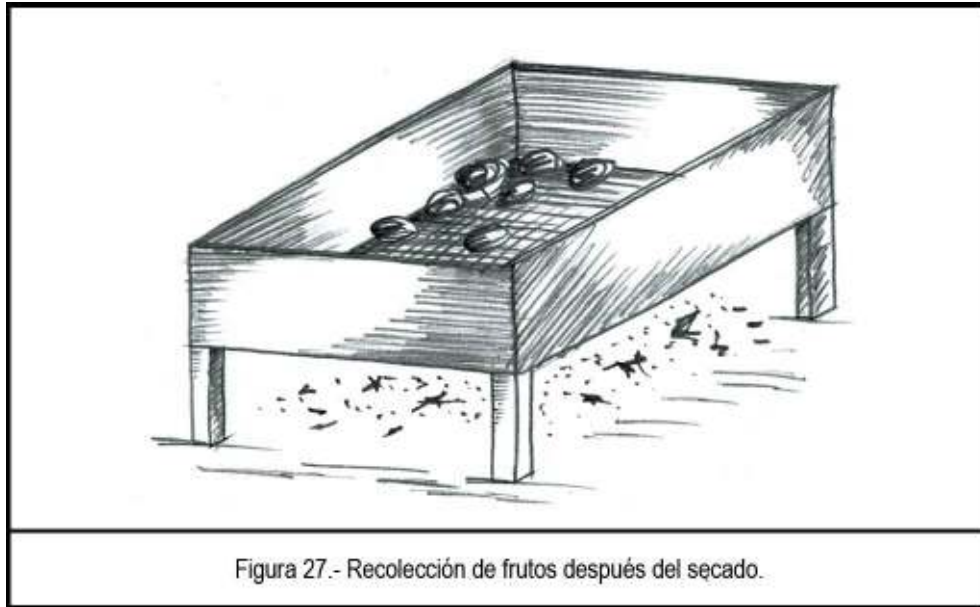


Figura 26.- Bastidor "tipo" para secado de frutos.





Con frutos maduros y carnosos, las semillas se extraen inmediatamente, separándolas de la cubierta pulposa y lavándolas con agua. Los frutos se sumergen en agua durante algunas horas para ablandarlos. Las bayas pequeñas se aplastan con un rodillo de cocina, después se remojan en agua y se remueve la pulpa por flotación (Vázquez-Yanez *et al.*, 1997). Semillas como las de *Diospyros digyna* (Zapote negro), se extraen macerando el fruto a mano o mecánicamente, posteriormente se pasan por tamices de diferentes aberturas, usando del mayor al menor para obtener una semilla limpia (CONABIO, 2006). Las alas de las semillas también deben desprenderse antes de colocarlas a germinar, ya sea a manualmente o por frotación dentro de una bolsa de tela. Finalmente, después de la obtención de las semillas, se revisan y se secan para evitar problemas de plagas y enfermedades (Napier, 1985).

### Almacenamiento

El almacenamiento de las semillas consiste en preservarlas para conservar su capacidad de germinación y protegerlas de roedores, pájaros e insectos. El periodo de viabilidad de las semillas almacenadas depende de: 1) factores genéticos, 2) madurez del fruto y de las semillas, 3) condiciones ambientales óptimas de almacenamiento y 4) sobrevivencia de las semillas de acuerdo a su viabilidad inicial (Schmidt, 2000; Hong y Ellis, 2003).

Las semillas totalmente maduras y libres de plagas son las que se preservan por mayor tiempo. Las semillas con *testa* dura mantienen su viabilidad por mayor tiempo y casi en cualquier tipo de condiciones, ya que la cubierta las mantiene secas y libres de insectos. En cambio, las semillas de cubiertas delgadas están más expuestas al ambiente y a factores biológicos que reducen su viabilidad (Napier, 1985). Un buen ambiente de almacenamiento debe de controlar la

temperatura y la humedad con el fin de evitar la aparición de hongos y plagas. En general, para las especies forestales el contenido de humedad debe variar entre 6% y 8%, y la temperatura de 1 a 5°C.

El tipo de semilla (ortodoxa, recalcitrante o intermedia) también influye en la viabilidad. Las semillas ortodoxas pueden secarse a bajos niveles de humedad sin dañarse. Su longevidad aumenta con la disminución del contenido de humedad y la disminución de temperatura (Hong y Ellis, 2003). El contenido de humedad óptimo varía, una manera sencilla de reducirlo consiste en colocar las semillas a una temperatura de 15 a 19°C y exponerlas a una atmósfera de humedad relativa (18%-20%) por un mes. Esto se logra usando una cámara de deshidratación fresca o desecadora de campana de vidrio (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1999). Una vez que las semillas se deshidratan, se almacenan en tubos de cristal con un material secante como sílica-gel. Las semillas secas deben colocarse en contenedores o recipientes herméticamente cerrados y etiquetados. Las semillas recalcitrantes no pueden secarse sin ser dañadas (Hong y Ellis, 2003) y no existen tratamientos que prolonguen significativamente su longevidad (Schmidt, 2000). Su vida útil es corta y va de semanas a algunos meses. Las semillas intermedias sobreviven parcialmente secas.

Para el almacenamiento de las semillas, los laboratorios profesionales utilizan frascos herméticos de cristal o metal, tubos de cristal cerrados a fuego y bolsas gruesas de polietileno selladas a fuego dentro de sobres de papel aluminio. Posteriormente, estas semillas pueden guardarse en congeladores. En instalaciones relativamente pequeñas, las semillas se pueden guardar en algodón y una sustancia deshidratante dentro de recipientes de vidrio cerrados a fuego. Para abrir los frascos es necesario permitir una elevación gradual de la temperatura y extraer solo una porción de semillas para uso. Antes de plantar las semillas almacenadas, éstas deben rehidratarse cuidadosamente (Vázquez-Yanes, 1999). Primero, se ponen en contacto con una atmósfera fresca y ligeramente húmeda. Luego se lavan o sumergen en agua para recuperar humedad. Finalmente, la viabilidad de las semillas se comprueba considerando el porcentaje de germinación en diferentes lotes. Un 30% de germinación, indica que las semillas no se encuentran en buen estado.

El almacenamiento de semillas puede ser una alternativa económica para individuos o comunidades. Por ejemplo; desde 1990, la Fundación Internacional de Recursos Genéticos, Ecología Energía y Nutrición, se ha dado a la tarea de impulsar la conformación de bancos de semillas comunitarios de semillas (Ramprasad, 2007). Estos bancos funcionan de forma similar a los bancos comerciales, pero las transacciones son con semillas. Los cuentahabientes se asocian mediante el pago de una cuota fija anual de semillas y el banco las almacena sin costo adicional. Las personas que usan los servicios del banco, piden préstamos de semillas que retribuyen después de la cosecha, con el doble de lo que se les prestó.



## Certificación de la calidad de las semillas

La certificación de semillas consiste en verificar e inspeccionar su proceso de producción en campo, beneficio, acondicionamiento, almacenamiento y comercialización; para asegurar una calidad óptima y un alto porcentaje de germinación. La certificación se realiza conforme a normas de calidad establecidas internacionalmente. Las normas de certificación más difundidas son las de la Asociación de Agencias Oficiales Certificadoras de Semilla (AOSCA) y las de Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA). Estos estándares han sido adoptados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). De esta manera, la FAO y la OCDE han conformado el “Esquema de Certificación de la OCDE”; que consiste en un sistema uniforme para la identificación y control de la identidad genética de los materiales reproductivos forestales. En México, sólo las semillas que cubren los requisitos de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria son certificadas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Para llevar a cabo la certificación de las semillas es importante tener en cuenta los siguientes elementos: 1) el lugar delimitado de reproducción y extracción de las semillas y 2) el análisis de la calidad fisiológica que garantiza un germoplasma con las propiedades fisiológicas indicadas en el certificado correspondiente (INIFAP, 1994).

Los certificados que acompañan a los lotes de semillas deben incluir los distintos procedimientos para un buen manejo y la obtención de tasas altas de germinación. El proceso de certificación puede incluir la viabilidad de las semillas. Uno de los procedimientos más comunes para probar viabilidad es con rayos X. Esta prueba solo verifica la cantidad de semillas dañadas o parasitadas de una muestra. Dentro de la certificación también es recomendable realizar pruebas de germinación a diferentes tiempos y comparar los resultados (INIFAP, 1994). Generalmente, las pruebas de germinación deben hacerse con semillas que previamente no hayan recibido pretratamientos, es decir procedimientos físicos o químicos para inducir su germinación (ISTA, 2003). La germinación se debe realizar en papel o arena (ISTA, 2003). Las temperaturas y la duración de las pruebas, deben apegarse a las recomendaciones del ISTA y de la especie. Cuando estas pruebas fallan es recomendable realizar otra, evitando la contaminación por hongos o bacterias, errores en la evaluación o el conteo y sospecha de latencia o letargo.

## Capítulo 3: Germinación y propagación de especies bajo condiciones experimentales controladas y en viveros rústicos

### **Aspectos sobresalientes de la germinación**

En este capítulo se explican los diferentes tipos de germinación presentes en la mayoría de las especies forestales, el concepto de latencia y los diferentes métodos para romperla. De igual manera, se exponen las condiciones ambientales ideales para una adecuada germinación y los procedimientos para evaluarla. Además, se discuten los métodos de germinación y propagación (sexuales y asexuales) de especies en viveros rústicos. Finalmente, se describen ejemplos de especies nativas reproducidas en la zona totonaca.

De manera general podemos definir que la germinación ocurre cuando la semilla emite la radícula o cuando emerge del suelo, es decir cuando la plántula ya no depende de los tejidos nutritivos de la semilla y es capaz de producir sus propios alimentos (Camacho, 1994). Cada especie de la comunidad vegetal tiene mecanismos de germinación característicos, que responden al efecto de la selección natural inducida por las condiciones ambientales predominantes sobre la naturaleza y fisiología de las semillas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997). Por ejemplo, muchas de las especies de la selva tropical húmeda, germinan rápidamente y no tienen periodos de latencia largos. Sin embargo, la germinación no es el único método de producción de plántulas en vivero. La propagación de especies forestales se puede realizar de manera vegetativa o asexual. En este método también se seleccionan árboles madre con buenas características genéticas para obtener estacas, varetas o yemas.

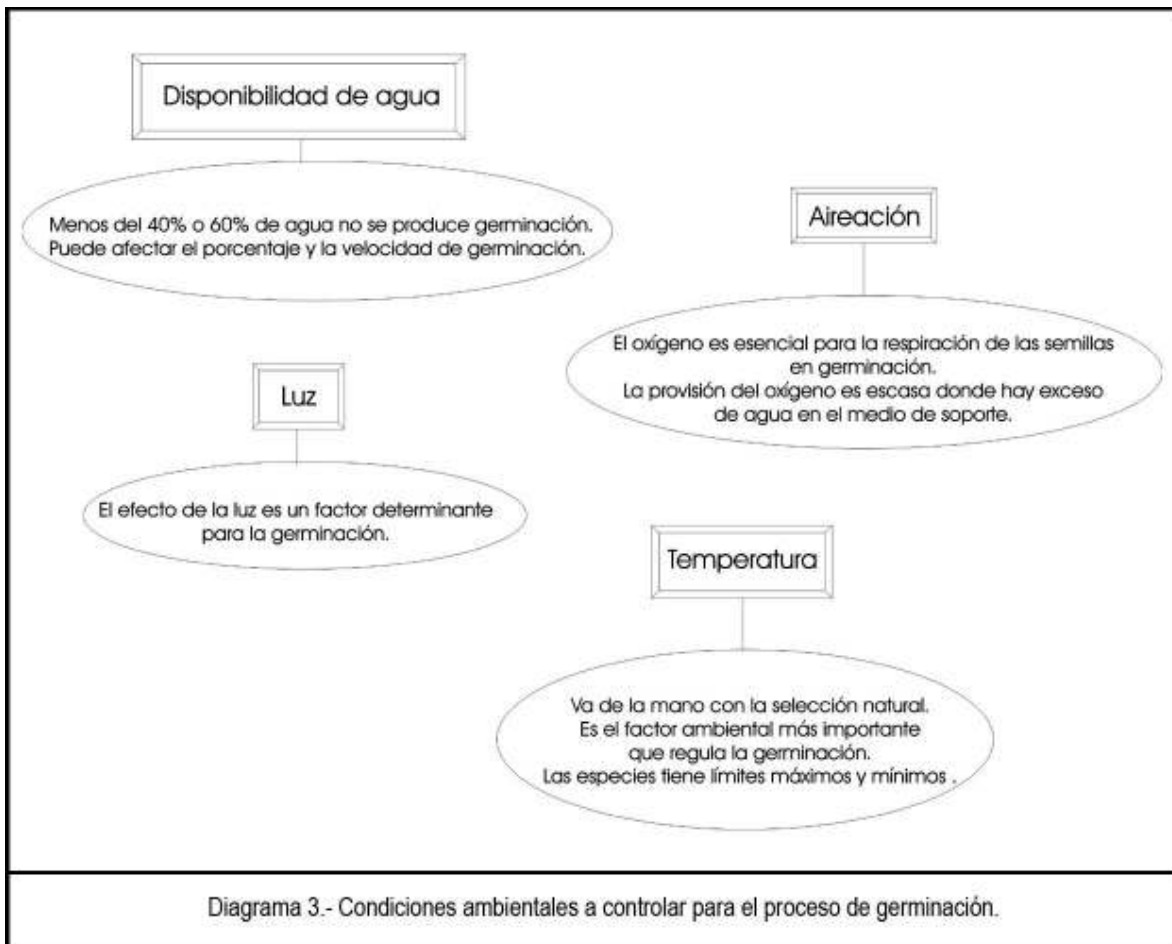
### Germinación

La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997): 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa, 2) inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimentarias en zonas en desarrollo del embrión y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula.

En la mayoría de las semillas, el agua penetra inicialmente por el micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula. Existen básicamente dos tipos de germinación: la epigea y la hipogea. En la germinación epigea, el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo, posteriormente surgen las hojas cotiledonarias que frecuentemente son de color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. En tanto, en la germinación hipogea el hipocótilo no se desarrolla y los

cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste y las hojas cotiledonarias solo almacenan nutrientes (Vázquez-Yanes, et al., 1997).

En el trópico, las semillas presentan tipos de germinación intermedios entre los dos descritos y tienden a germinar casi de inmediato cuando las condiciones ambientales son adecuadas. Con frecuencia, en pocos días la *radícula* emerge entre las cubiertas de la semilla y en pocas semanas concluye la germinación total de las semillas viables. Prácticamente estas semillas no tienen latencia y el único factor que determina la germinación es la disponibilidad de agua (Vázquez-Yanes, et al., 1997). Las semillas requieren condiciones estables en las que humedad, luz, temperatura y oxígeno activen el metabolismo de la germinación. En el diagrama 3 se hace referencia a la forma como cada uno de estos factores externos influye para el inicio de la germinación. Su efecto se expresa tanto en la capacidad germinativa como en la velocidad de germinación. (Vázquez-Yanes et al., 1997).



A manera de ejemplo en la tabla 18, se muestran los rangos de temperatura y porcentajes de germinación de algunas especies nativas de la zona totonaca.

**Tabla 18. Condiciones controladas de germinación para algunas especies de la zona totonaca (Ramos 2008).**



### Latencia y quiescencia

El estado de reposo de la semilla puede ser clasificado como quiescencia o latencia. La quiescencia se produce por falta de agua, como ocurre con las semillas almacenadas en condiciones artificiales. Por el contrario, la latencia es el reposo de las semillas cuando no germinan a pesar de encontrarse en condiciones óptimas de temperatura y humedad. La latencia es una estrategia adaptativa ante ambientes desfavorables y se expresa en regulaciones cronológicas de interrupción del crecimiento y de disminución del metabolismo durante el ciclo de vida de la semilla (Vázquez-Yanes, et al., 1997). La latencia puede ser: 1) innata o endógena o 2) inducida o secundaria.

La latencia innata o endógena se presenta cuando hay inmadurez en el embrión y es causada por el equilibrio de las sustancias reguladoras del crecimiento en la semilla (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997). La duración de la latencia innata o natural es muy variable, depende de la especie y hasta de los individuos (Tabla 19). Por lo que cuando se usen semillas de especies tropicales es importante considerar los tiempos de latencia y planear de acuerdo a ello.

**Tabla 19. Tipos de latencia endógena (Hartman, *et al.*, 1990; Camacho, 1994).**

--

La latencia inducida o secundaria ocurre cuando las semillas están en condiciones fisiológicas y ambientales adversas para germinar. Muchas de las semillas en este estado, por lo general, no pueden germinar a pesar de continuar vivas. Sin embargo, algunos estímulos hormonales o una perturbación en el ambiente que modifica el régimen lumínico o el contenido de oxígeno disponible, ayuda a romper el estado de latencia (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1997). Este tipo de latencia se puede clasificar como física, química y mecánica (Tabla 20).

**Tabla 20.- Tipos de latencia exógena (Hartman, *et al.*, 1990; Camacho, 1994).**

--

### Tratamientos para romper latencia

En cada ecosistema las semillas están expuestas a tratamientos naturales que propician su germinación, tales como hormonas vegetales o exposición a jugos gástricos del tracto digestivo de algún animal. Para la propagación en vivero, muchas veces es necesario tratar o escarificar a las semillas para activar la germinación. La escarificación consiste en romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para que sean permeables al agua y a los gases, y posteriormente iniciar el proceso de germinación (Hartman, *et al.*, 1990),

Los diversos tratamientos de escarificación son diversos, a continuación se ejemplifican los más comunes (Hartman, et al., 1990; Camacho, 1994).

- ❖ Agua caliente. Se utiliza para latencia física, y química. El agua imita el efecto térmico de los incendios, cuando el suelo está húmedo y el tiempo que tarda en enfriarse. Se aplica a las camas de siembra y se hacen periodos de inmersión tanto largos como cortos dependiendo del tipo de semilla. El agua puede aplicarse desde los 100° C y mantener constante hasta enfriarla gradualmente en un periodo de 12 a 24 hrs.
- ❖ Almacenamiento en seco. Se utiliza en latencia fisiológica intermedia, leve y profunda o en latencia física. La temperatura se puede o no controlar dependiendo de la semilla. Las semillas se almacenan o se colocan bajo la tierra.
- ❖ Calentamiento en seco. Se utiliza para latencia física y química. El calor imita el efecto de las altas temperaturas sobre la cubierta durante los incendios cuando el suelo está carente de humedad. Se utilizan hornos o se quema paja sobre almácigos. La temperatura puede ser mayor de 100°C y se determina con base en temperaturas reportadas durante incendios para diferentes profundidades del suelo. Es necesario limitar el tiempo de exposición.
- ❖ Ácidos. Se utiliza cuando hay latencia física, química, mecánica y fisiológica intermedia leve y profunda. Imita el paso de la semilla por el tracto digestivo de animales. Las semillas se sumergen en ácido (p.e. sulfúrico) y se usan diferentes concentraciones (10%-100%) y tiempos de exposición (10min -6 hrs) dependiendo de la especie.
- ❖ Congelamiento. Se utiliza en latencia física intermedia, leve y profunda. Las semillas se remojan en agua por 12 ó 24 hrs antes del congelamiento. La temperatura que se usa es de 0 a 10°C y el tiempo de refrigeración varía hasta llegar a 4 meses.
- ❖ Control de luz y temperatura. Se utiliza en latencia fisiológica intermedia y leve. En este método se imita la variación de temperatura a lo largo del día, su éxito depende de la edad y el manejo previo de las semillas. Se aplica a cámaras de germinación.
- ❖ Enfriamiento en húmedo. Se utiliza en latencia fisiológica intermedia, leve y profunda. Las semillas se humedecen y enfrían, pero no se congelan por algunos días. El enfriamiento en húmedo de forma directa se realiza cuando las semillas se siembran directamente en el sustrato durante el otoño.
- ❖ Escarificación mecánica. Se utiliza para la latencia física, química, mecánica y fisiológica intermedia leve y profunda (Tabla 21). En esta técnica se desgasta la testa de forma manual por abrasión o golpeteo. Es necesario conocer la ubicación del embrión para no dañarlo.
- ❖ Hormonas vegetales. Es para romper la latencia fisiológica intermedia leve y profunda y morfológica. En este método, el medio de germinación se remoja continuamente con disolventes orgánicos hormonales.



- ❖ Capacidad de germinación: es el número de semillas que germinan bajo condiciones definidas o tratamiento específico. Se expresa en porcentaje (%) o en números absolutos.
- ❖ Velocidad de germinación: evalúa la rapidez o tasa con que ocurre la germinación bajo tratamiento.
- ❖ Homogeneidad de germinación: señala qué tan simultánea es la germinación entre plantas, en un tiempo determinado.

Los resultados de estos índices ayudan a evaluar la viabilidad y vigor del lote de semillas así como la efectividad del tratamiento pregerminativo. Aunque estas evaluaciones se realizan en condiciones controladas de laboratorio, es conviene realizarlas en los viveros para probar las condiciones en campo de especies nativas o nuevas en la zona. El conocimiento de la germinación óptima de las semillas, ayuda a establecer las condiciones óptimas para la propagación masiva de las especies de interés (Arriaga, *et al.*, 1994). A continuación se presenta una guía para realizar pruebas de germinación en vivero, antes de iniciar la producción de plantas. Los pasos a seguir son los siguientes (Arriaga, *et al.*, 1994):

- ❖ Hacer un almácigo con divisiones claras (compartimientos), para evitar que las semillas a sembrar se mezclen.
- ❖ Humedecer el almácigo y sembrar no menos de 100 semillas, previamente escarificadas (ISTA, 2003). Si se tienen suficientes semillas es aconsejable probar 200 semillas, además de las utilizadas como testigo (semillas sin tratamiento) y las réplicas o repeticiones.
- ❖ Registrar la fecha, día y mes, de la siembra.
- ❖ Regar y revisar diariamente el almacigo para evitar hongos, insectos o basura.
- ❖ Registrar con fecha, el número de semillas germinadas por día hasta la última o bien esperar de 1 a 3 meses, para determinar la germinación diaria a través del tiempo.
- ❖ Determinar el tiempo de latencia (TL), contando los días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la germinación. El TL ayuda a conocer la efectividad del tratamiento o tratamientos para romper la latencia.
- ❖ Determinar la capacidad de germinación (CG%) de las semillas para decidir si el tratamiento es efectivo, es decir mayores al 60%. Se utiliza la siguiente fórmula:  $CG\% = (\text{número de semillas germinadas} \times 100) / \text{número de semillas sembradas}$
- ❖ Establecer la Capacidad Germinativa (TCG), que es el número de los días requeridos para obtener el máximo porcentaje de germinación e inferir el vigor de las semillas, ya que después de este día la mayoría de las semillas no logran germinar.
- ❖ Comparar con gráficas los índices obtenidos y estimar el éxito de la germinación a través del tiempo, la eficacia del tratamiento pregerminativo;



el tiempo de siembra y el número de semillas a sembrar, así como el tiempo de espera para decidir si es necesario resembrar.

### Sistemas de germinación en vivero

La germinación en viveros forestales puede ser realizada en: 1) bancales o camas de germinación, 2) en envases de crecimiento o 3) en semilleros o almácigos (Napier, 1985). La selección del método depende de los intereses y el tipo de especies que se desean propagar. La siembra directa en bancales o camas de germinación es una técnica en la que las plantas se desarrollan directamente sobre el suelo del vivero (Arriaga, *et al.*, 1994). Los bancales o camas de germinación se construyen en línea recta dejando suficiente espacio entre ellos para el paso de luz y aire (Figura 28). La siembra se realiza al voleo, es decir esparciendo las semillas o marcando pequeños surcos sobre el sustrato con una herramienta o con los dedos para depositar las semillas (UNCADER, 2001).

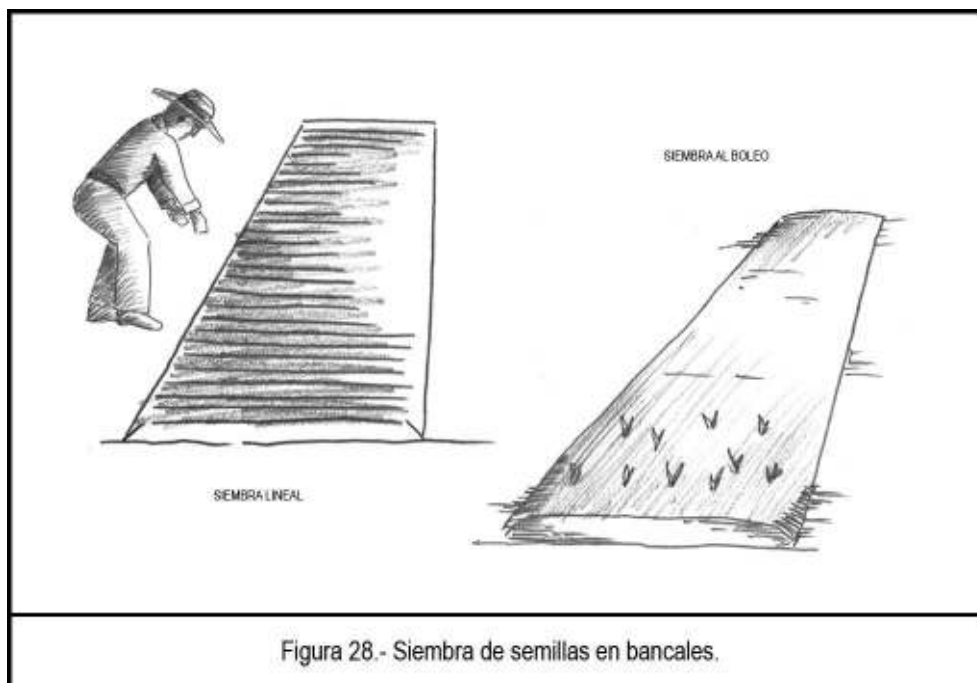


Figura 28. - Siembra de semillas en bancales.

La siembra en envases de crecimiento como las bolsas de plástico, se realiza de forma directa con semillas de alta capacidad de germinación. Para la siembra de semillas, el sustrato debe estar perfectamente húmedo y la profundidad donde se coloca la semilla debe ser homogénea. Cuando se usan semillas pequeñas, éstas se colocan en la superficie y se cubren con materiales de textura rugosa como arena fina o perlita para evitar su movimiento y exposición. Cuando la germinación de la semilla no es del 100%, se siembran dos o tres semillas por contenedor. Esto

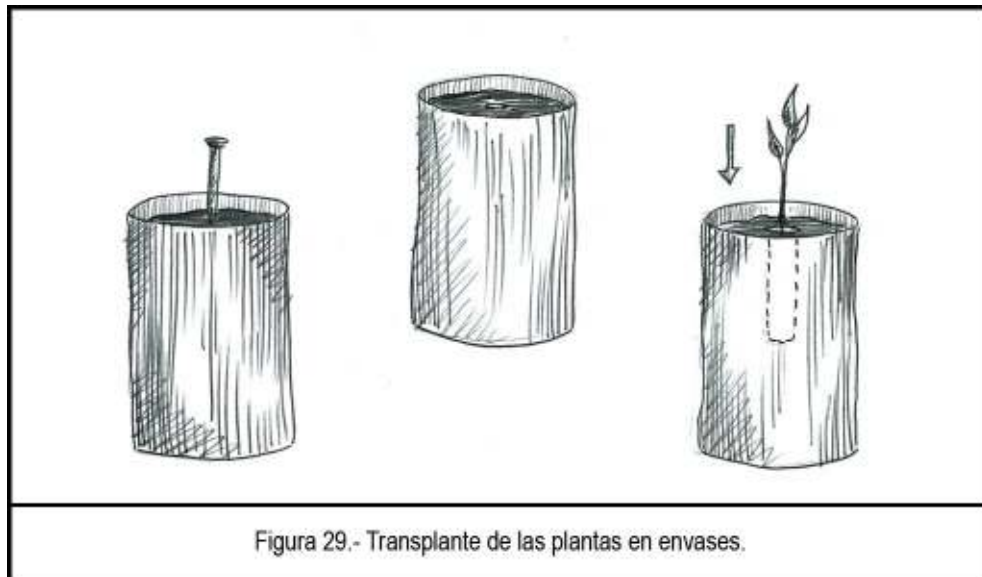
puede incrementar los costos en mano de obra, ya que si todas las semillas germinan es necesario dejar una por envase para su desarrollo posterior. Mediante esta preselección se asegura el número de plantas necesarias (Padilla, 1983).

La siembra en semilleros o almácigos es muy común en viveros rústicos y existe una gran variedad de ellos. Comúnmente se utilizan cajas de madera recubiertas con plástico negro, bandejas, recipientes reciclados y charolas desinfectadas. Estos semilleros no deben exceder un 1 m de anchura, una longitud de 1.5 m y una profundidad de 5-7 cm. Una vez seleccionado el tipo de semillero, el sustrato se esteriliza para prevenir la aparición de hongos y se llena el contenedor de manera homogénea (Napier, 1985). Éste no debe llenarse en exceso para dar cabida a las semillas y a su recubrimiento. Posteriormente, se colocan las semillas de manera uniforme y a una distancia de 3 a 6 veces la dimensión de la semilla (UNCADER, 2001). La profundidad de la siembra es un factor importante, ya que una siembra muy profunda retarda la salida de la plántula y una siembra superficial implica la salida de la raíz y su secamiento (Arriaga, *et al.*, 1994, Napier, 1985).

Inicialmente, es conveniente el uso de germinadores individuales (vasos de plástico o unicel), para sacar la plántula, no lastimar la raíz y transplantarla con mayor facilidad. Si se quieren germinar grandes cantidades de semillas, es mejor utilizar charolas de plástico o poliestireno para germinación. Estas charolas cuentan con 240, 120, 60 o 30 cavidades y algunas incluyen tapas para conservar la humedad y el calor de la semilla, lo que acelera la germinación y evita contaminación del material (Padilla, 1983). El contenedor debe estar perforado en el fondo para drenar los excesos de agua o tener algunos agujeros a los lados, en caso de que los hoyos en el fondo estén pegados a la superficie sobre la cual se hace la siembra o se tapen.

Una vez que las plantas han germinado y el contenedor no brinda suficiente espacio, se pueden cambiar a bolsas. Antes de sacar a las plantas de su envase se deben tener bolsas preparadas con sustrato y con un hoyo bastante profundo y uniforme en el que se coloca la fracción radicular de la nueva planta (Figuras 36 y 37). El sustrato se riega moderadamente, para terminar de llenarlo después de colocar la planta (Arriaga, *et al.*, 1994). El riego se realiza con un utensilio que controle el flujo y presión del agua, como una botella de plástico con el tapón agujerado. El sembrado en las bolsas se realiza con delicadeza para no romper las raíces y "pellizcar" el tallo al tenerlo en la mano. De esta manera, se impide dañar la planta en el momento de su manipulación. Es recomendable quitar el exceso de tierra, que fácilmente se separa si el sustrato está seco. Cuando el sustrato es compacto y hay riesgo de romper a la planta, se usa agua quitando la tierra con mucho cuidado (Arriaga, *et al.*, 1994; Napier, 1985). Las plántulas se siembran una por una en los hoyos individuales, tomándola entre los dedos de una mano, en posición vertical por encima del hoyo y de manera que la raíz se coloque

bajo la superficie y hacer caer la tierra con un chorro de agua practicado con la “botella de riego” hasta llenar el hoyo (Arriaga, *et al.*, 1994). La planta debe sostenerse después del regado, el tiempo suficiente para que el agua descienda en la tierra y permita que la planta se sostenga (Figura 29).



Las plantas en bolsas se colocan por unos días en camas de crecimiento, previamente instaladas en el vivero, para evitar el sol directo y permitir la vigorización de las plántulas. En días siguientes al trasplante las plantas se rocían moderadamente todos los días por las tardes o muy temprano para no secarse y consolidar su sistema radicular y absorber el agua del suelo (Arriaga, *et al.*, 1994). Posteriormente, el riego se limita cuidando la desecación del sustrato hasta comprobar la aparición de retoños (Figura 30).



## ***Reproducción por estacas***

La reproducción por estaca adelanta el desarrollo de la especie leñosa y trasmite sin cambios, los caracteres *genotípicos* y *fenotípicos* de los progenitores al nuevo individuo o clon. La estaca es la parte del árbol o arbusto que, separada de la planta madre, es susceptible de emitir raíces y formar un nuevo individuo (Arriaga *et al.*, 1994). La técnica de reproducción por estacas consiste en cortar ramas, pencas u otro tipo de segmentos de la planta en desarrollo y plantarlas en el suelo o cualquier sustrato para provocar su enraizamiento. Las estacas se clasifican dependiendo de la parte de la planta de la que fueron obtenidas de la siguiente manera (Hartmann *et al.*, 1990):

- ❖ Cortes del brote de árboles de madera dura, semidura; suave y herbáceos.
- ❖ Cortes de la hoja: láminas de las hojas o los peciolo.
- ❖ Cortes del brote de las hojas: láminas de las hojas o peciolo de las ramas secundarias.
- ❖ Cortes de raíces: parte de la raíz obtenida en invierno.

La reproducción de un nuevo individuo también se induce cuando se cubren con suelo secciones del tallo o ramas de árbol y se empiezan a formar raíces (acodo aéreo) dando lugar a segmentos que se cortan y plantan (Arriaga *et al.*, 1994). Sin embargo, no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente o con la misma capacidad (Arriaga *et al.*, 1994). Por tal motivo, el proceso de enraizamiento de estacas es complejo y depende de muchos factores. No obstante, cuando se desarrolla una metodología básica la reproducción es bastante exitosa.

En el establecimiento de plantaciones comerciales a base de árboles propagados por estacas, resulta importante utilizar material fisiológicamente juvenil (meristemos cercanos al tronco), ya que hay una buena probabilidad de enraizamiento y de originar árboles uniformes y sanos. Cuando se utilizan estacas de ramas adultas el enraizamiento es poco probable. La capacidad para regenerar la estructura de la planta depende de que las células de la planta madre tengan la información genética necesaria para reconstruir todas las funciones y partes de la planta (Hartmann, *et al.*, 1990). Sin embargo, el éxito de reproducción varía en función de la especie y las técnicas utilizadas, por lo cual deben probarse diferentes fuentes de material juvenil como: rebrotes de tocones, rebrotes basales de árboles en pie, rebrotes de plantas jóvenes y ápices de árboles podados. Todo este tipo de materiales origina estacas juveniles, suculentas y no lignificadas (Arriaga *et al.*, 1994). De manera general, a continuación, se especifican los elementos de control para la reproducción en estacas (Arriaga *et al.*, 1994).

**Elección y manejo de la planta donante:** se seleccionan árboles vigorosos libres de plagas y enfermedades. El tipo y edad de los brotes usados como fuente de estacas (yemas de tocones o ramas podadas) determina su capacidad de enraizamiento (Figura 31). La cosecha de brotes de una misma planta donante se repite cada 2 ó 3 meses.



**Obtención de estacas:** los brotes elegidos deben ser originados de tocones o de árboles podados por arriba de los 10 nudos y de crecimiento vertical. Se recomienda elegir brotes que se originen en condiciones de sombra. Antes de cortar el brote se cortan las hojas, la yema terminal y los brotes laterales que estén presentes. Los brotes cortados deben mantenerse húmedos y colocarse en una bolsa de plástico marcada con el número de la planta donante, para ser trasladada lo más rápido posible al área de enraizamiento del vivero. El área de enraizamiento debe ser fresca y sombreada, las temperaturas óptimas son de 20°C a 25°C. Cuando los brotes son sacados de la bolsa se deben mantener húmedos y frescos, exponiéndolos lo menos posible al viento. Para obtener las estacas de los brotes, se deben cortar con navaja o tijeras filosas. Cuando las estacas son de un solo nodo generalmente no es imprescindible incluir el nodo, sin embargo, para algunas especies la estaca acompañada del nodo mejora la capacidad de enraizar. En especies con entrenudos cortos y hojas pequeñas es mejor obtener estacas con varios entrenudos para asegurar un enraizamiento bueno y rápido. La longitud óptima de las estacas es usualmente entre 3 y 10 cm.

**Aplicación de auxinas:** Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal que ayudan al enraizamiento de las estacas. Las auxinas son naturales como el ácido indolacético (AIA) o sintéticas como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Éstas se aplican en soluciones acuosas a bajas concentraciones o untando una solución de auxina con vaselina en la zona de

enraizamiento de la estaca (Arriaga et al., 1994). Cuando las auxinas están preparadas y las estacas listas, se procede de la siguiente manera:

- ❖ Las bases de las estacas se introducen en la solución de auxina y se retiran inmediatamente.
- ❖ Las bases de las estacas se ponen al aire frío, mediante un ventilador común o agitándolas por unos minutos y cuidando de que las hojas no se expongan mucho para reducir la transpiración.
- ❖ Las estacas se colocan en el propagador, que es una construcción con una función similar a la del almácigo (Figura 32). La función del propagador es propiciar las condiciones ambientales adecuadas para el enraizamiento de las estacas. Existen diferentes tipos de propagadores que dependen de las necesidades del productor.

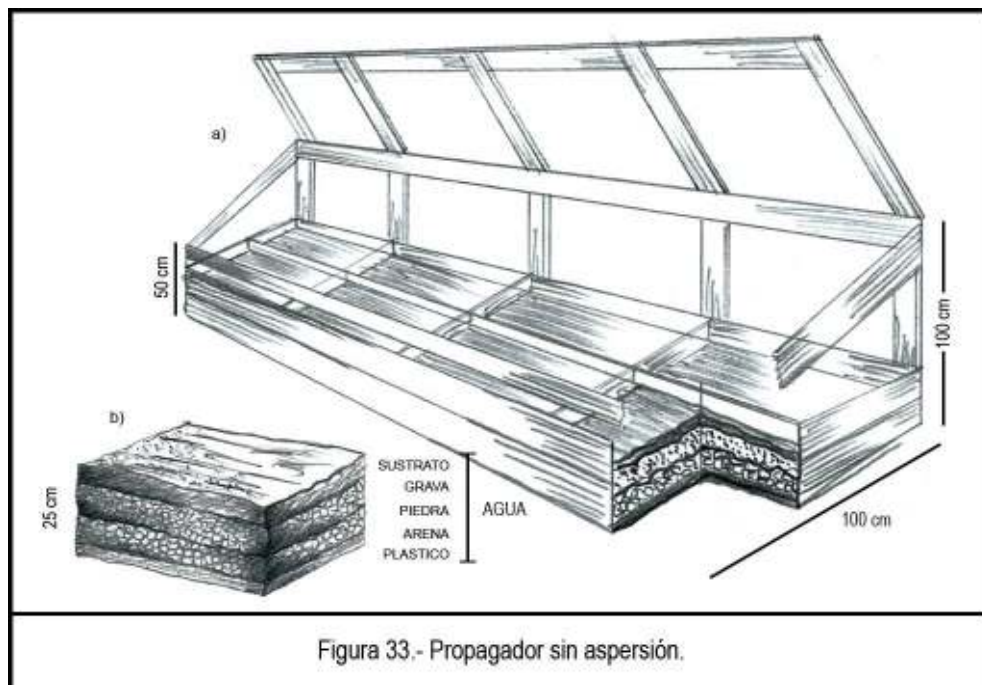




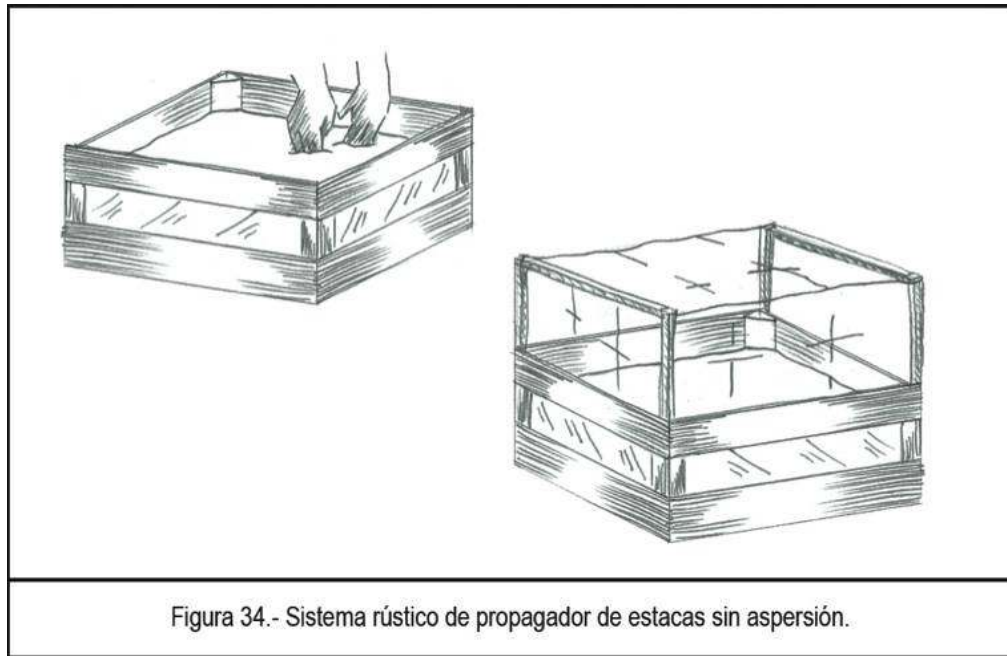
Para la propagación por estacas existen cuatro formas diferentes, sus características se son las siguientes:

**Sistema de aspersión:** este método se utiliza para evitar o reducir la pérdida de agua y desecación (estrés hídrico) en regiones templadas. Usualmente, consiste en la aspersión intermitente de las estacas con gotitas muy finas de agua y controlada por interruptores fotosensibles o de tiempo que detectan luz, temperatura y humedad. El control de la humedad puede ser muy costoso, ya que implica electricidad, agua entubada y mantenimiento.

**Sistema sin aspersión:** es un sistema relativamente simple y de baja tecnología. No requiere del suministro de agua entubada o electricidad. Básicamente consiste en una caja con tapa rodeada de plástico transparente para retener el agua. Los marcos de la caja se forran con plástico y pueden ser de madera, aluminio o concreto. En la base del propagador se coloca un plástico y posteriormente una capa de arena fina de 3 cm, una capa de piedra de 6 cm, una capa de piedra de 6 cm y una capa de sustrato de 10 cm para el enraizamiento de las estacas (Figura 33). Posteriormente, estas capas se saturan con agua para evitar el estrés hídrico y se siembran las estacas. El propagador controlará la humedad siempre y cuando esté cerrado, ya que al abrirlo se pierde rápidamente la humedad. Estas pérdidas se controlan mediante aspersiones manuales periódicas y sombra adicional (Arriaga et.al., 1994).



**Método rústico:** es una opción más económica a la del propagador consiste en la utilización de pequeños cajones de madera o algún otro material. En éstos se colocan y enraizan las estacas, asegurándose de tener un suelo vegetal rico en humus y un control de las condiciones de humedad mediante cubiertas de plástico incoloro (Figura 34). (Arriaga et al., 1994). Este método, también requiere la aplicación de auxinas a la base de las estacas y de evitar las pérdidas de humedad.

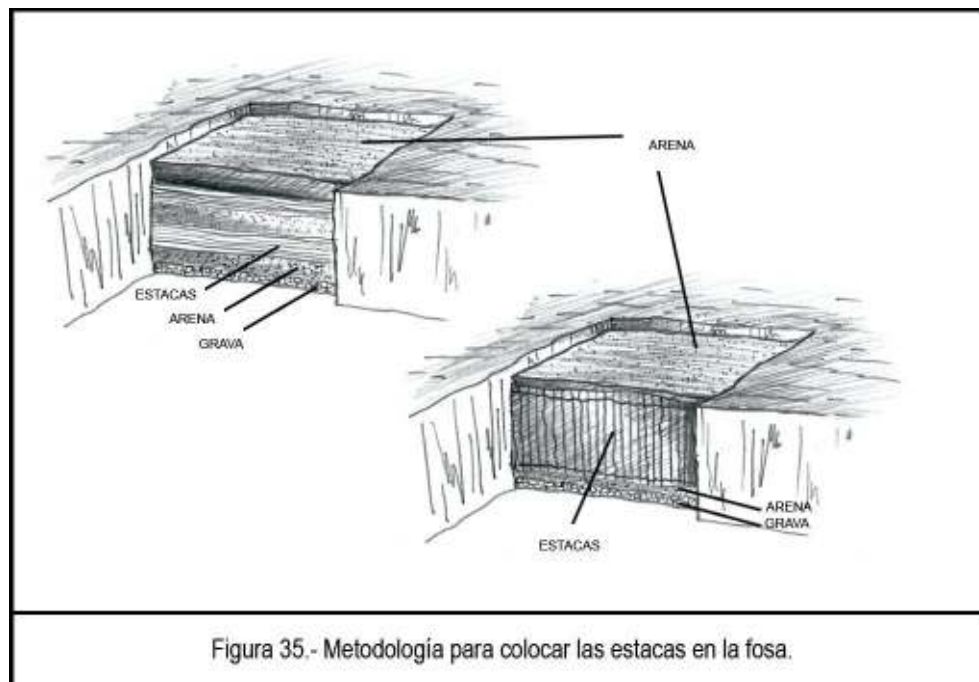


**Enraizado por trincheras.** Este método consiste en enterrar a las estacas en el suelo durante la época fría del año, para la formación natural de raicillas. Esta técnica es de menor costo y funciona mejor para especies de madera que enraizar sin grandes requerimientos. La técnica contempla los siguientes aspectos (Arriaga, et al., 1994):

- ❖ Obtener estacas a finales de otoño o invierno, durante la estación de reposo vegetativo.
- ❖ Elegir ramas con 2 a 4 nudos y de 15 a 75 cm de largo. Las mejores estacas se obtienen sobre las partes centrales y bases del árbol.
- ❖ Realizar el corte basal justo abajo de un nudo y el corte superior de 1 a 3 mm arriba del otro nudo.



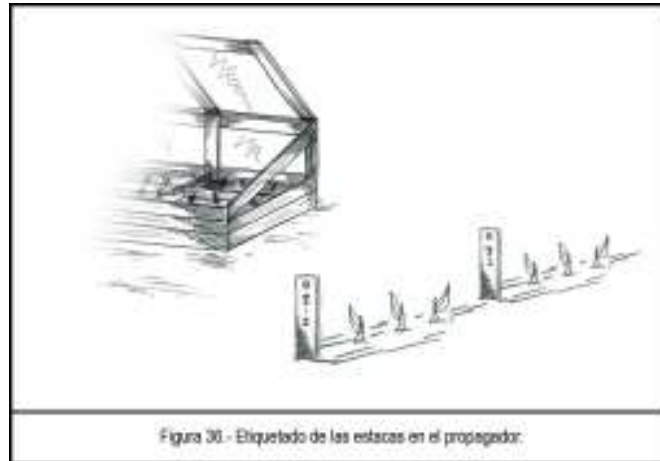
- ❖ Transportar a las estacas a la fosa de enraizamiento, construida a 30 cm de profundidad.
- ❖ Colocar las estacas de manera horizontalmente o vertical según se desee. Si se colocan horizontalmente se procura que las puntas queden hacia el mismo lado. Si se colocan verticalmente la parte basal queda en la parte superior de la fosa, cuidando que estén unos cuantos centímetros por abajo del nivel del suelo (Figura 35).
- ❖ Cubrir a las estacas con arena o aserrín húmedos para asegurar buenas condiciones de humedad y temperatura. En las estacas colocadas de manera horizontal se pueden colocar varias capas de material.
- ❖ Sacar las estacas de la fosa al llegar la primavera y trasplantar al sitio definitivo en su posición correcta.



### El medio de enraizamiento

Un buen medio de enraizamiento se logra con arena gruesa de 2 mm o grava fina. Este medio debe de estar limpio, húmedo y bien aireado. Se puede adicionar aserrín, turba o vermiculita para mejorar la aireación. El suelo de bosque y la arena muy fina generalmente no son apropiados como medios de enraizamiento (Arriaga, *et al.*, 1994). En caso de observar inicios de pudrición en estacas, es

necesario aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento. Después de aplicar auxinas a las estacas, se plantan lo más rápido posible en el propagador, se colocan a una profundidad de 2 a 3 cm. Para asegurar que éstas queden firmes se compacta un poco el sustrato. Si se utiliza algún sistema de calentamiento para el sustrato las estacas se plantan a 30°C. Al igual que las semillas, las estacas se etiquetan con el número de la planta madre para observar el crecimiento y determinar las mejores fuentes de germoplasma (Arriaga, *et al.*, 1994) (Figura 36).



### Trasplante y acondicionamiento de las estacas

El enraizamiento de las estacas inicia en la segunda semana y es óptimo después de 4 a 6 semanas. Las estacas que enraizan después de sexta semana son débiles y no es conveniente su conservación. Una vez que el sistema radicular es de 3 raíces como mínimo y tienen de 1 a 2 cm de longitud, se trasplantan a envases de crecimiento con sustrato a la mitad de su capacidad y buena aereación (Arriaga, *et al.*, 1994). Idealmente, el medio de crecimiento debe contener suelo del sitio donde la especie crece naturalmente. Cuando la estaca se coloca en el envase, éste se termina de llenar para no dañar a las raíces. Las estacas se trasplantan con la yema al ras del suelo y la mayor parte de la misma dentro del envase para favorecer la firmeza y evitar que se vuelquen o muevan de los envases (Figura 37).



Las estacas recién enraizadas son susceptibles al estrés hídrico, por lo es recomendable dejarlas en el propagador por unos días. Además, para evitar que el sustrato del propagador se contamine con los envases, se colocan sobre un plástico (Arriaga, et al., 1994). Después de estar unos días en el propagador, las estacas se colocan en un ambiente sombreado y húmedo de 2 a 3 semanas. Posteriormente, deben exponerse paulatinamente a condiciones decrecientes de humedad y crecientes de luz y temperatura (Arriaga, et al., 1994). Durante el tiempo que las estacas están en los envases, la planta tiene espacio para su desarrollo, se evita la competencia con otros individuos y el sistema radicular mejora. Una vez que la estaca germina se forma la raíz vertical y se empiezan a formar las hojas (Arriaga, et al., 1994). Por tanto, el trasplante debe efectuarse lo más rápido posible. De hecho, es conveniente realizar el trasplante prematuramente para garantizar el crecimiento, y colocar verticalmente a la joven raíz en la tierra, sin encorvarla y sin dañar las raicillas (Arriaga, et al., 1994).

### ***Evaluación de las plantas y estacas***

La finalidad de la evaluación es determinar el rendimiento de las especies en el vivero y las condiciones adecuadas para el establecimiento de futuras plantaciones. Las variables a evaluar en plántulas y estacas, después del trasplante a envases son la sobrevivencia, la altura y el diámetro. Estas variables se miden el primer día del trasplante y posteriormente en periodos subsiguientes de uno o dos meses hasta contar con 6 evaluaciones (Plancarte, 1990). La sobrevivencia se evalúa contando el total de las plántulas o estacas muertas. La altura y el diámetro se miden en un 10% del total de las plantas en el lote y las plantas a medir se eligen al azar. La altura debe medirse de la base del tallo al ápice de crecimiento, utilizando de preferencia una regleta de madera o flexómetro con aproximaciones a milímetros (Figura 38). El diámetro se mide en la base del tallo, con vernier electrónico o uno de plástico (Figura 38). Las mediciones se realizan sobre las mismas plantas a las que se les midió altura, para poder llevar un adecuado registro de las evaluaciones (Plancarte, 1990).



## Capítulo 4: Sistemas agroforestales

### ***Características e importancia de los sistemas agroforestales***

La deforestación es uno de los problemas ambientales más graves del país, incide en la extinción de especies, la pérdida del hábitat, la recarga de acuíferos, la erosión de los suelos y en el cambio climático en general. Por ello, las políticas, estrategias y acciones de reforestación, rehabilitación de hábitat y de restauración ecológica son una de las mayores prioridades que tienen el sector forestal y ambiental en nuestro país. En este capítulo se describen los principales sistemas agroforestales tropicales y se propone su utilización para la restauración ecológica productiva en agroecosistemas tropicales degradados. Esto es, además de restaurar hábitats, permiten la producción de bienes para la satisfacción de las necesidades humanas y mejorar los ingresos familiares de comunidades rurales. Las tendencias de la agricultura, ganadería y silvicultura 'modernas' han provocado una simplificación y sobre-especialización, llegando al extremo de la dominancia en el paisaje de los monocultivos extensivos actuales. Esto ha producido un antagonismo entre la presencia de árboles y arbustos en las parcelas de agricultores y ganaderos, así como de la presencia de cultivos agrícolas y/o animales entre los silvicultores. Aunque se reconoce la existencia de técnicas ancestrales y 'actuales' de uso y manejo diversificado de los suelos, en donde se combinan producción forestal con cultivos agrícolas y/o producción animal, llamados sistemas agroforestales (Nair, 1985), aún se mantienen grandes extensiones de áreas cultivadas con las técnicas 'modernas', las cuales han demostrado ser inadecuadas para satisfacer las múltiples necesidades de las poblaciones rurales.

Los sistemas agroforestales permiten un uso y un manejo diversificado de los recursos bioculturales, su establecimiento y manejo implica acciones directas que conducen a cambios estructurales y funcionales en agroecosistemas y ecosistemas naturales degradados. Además de satisfacer las necesidades de alimentos, materiales de construcción, leña, etc. de los pequeños y medianos productores que los manejan, les permiten producir cultivos comerciales que pueden colocar en los mercados locales y regionales (Musálem, 1994). Un beneficio adicional es el papel que tienen en la restauración ecológica y en el mantenimiento de los servicios ambientales debido a que presentan una estructura y función similar a los ecosistemas naturales (Brunig y Sander, 1983). Los mecanismos de manejo integral de los recursos naturales requieren del diseño, establecimiento y monitoreo de parcelas agroforestales productivas, demostrativas y experimentales, con fines no sólo productivos sino también con objetivos de restauración ecológica.

Los sistemas tradicionales de manejo de los recursos naturales se han propuesto como modelos de sustentabilidad y resiliencia (Del Amo, et al., 2008), estos incluyen sistemas agroforestales basados en el conocimiento empírico. Estos sistemas tradicionales incluyen prácticas agroforestales usadas desde tiempos precolombinos (Budowski, 1994), estos simulan las características básicas de los ecosistemas naturales en cuanto a biodiversidad, estructuras complejas y dinámicas sucesionales (Oldeman, 1983). Entre los más conocidos en México tenemos a los usados por los mayas, totonacos, huastecos y lacandones. Estos han sido considerados también como modelos de restauración ecológica (Ramos, et al., 2004). En este contexto se menciona también el 'enriquecimiento' de la vegetación secundaria o acahuales, con especies de usos múltiples, que ofrecen una serie de ventajas tales como el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el almacenamiento de nutrientes en las especies de vegetación secundaria y la acumulación de biomasa útil, sin incurrir en los gastos iniciales de establecimiento de plantaciones en zonas desmontadas (Del Amo & Ramos, 2001).

### Agroforestería

La agroforestería o agrosilvicultura es el nombre genérico que se usa para designar sistemas de uso del suelo, en donde se asocian las leñosas perennes (árboles, arbustos, bambúes) con cultivos agrícolas y/o animales, (Figura 39) (CATIE, 1986). Se considera como una serie de técnicas que combinan la silvicultura con la ganadería y/o la agricultura, para aumentar y mantener la productividad de los suelos. Estos pueden tener diferentes arreglos espaciales y temporales (rotación-sucesión), entre los componentes se establecen interacciones ecológicas y económicas importantes, que conservan simultáneamente suelos, agua, nutrientes y biodiversidad (Huxley, 1983). No se trata de una simple combinación caprichosa de árboles, cultivos y animales; sino de 'ensambles' orquestados en la toma inteligente e informada de decisiones con base en la evaluación de muchas variables, es decir, es un trabajo multi- e inter-disciplinario (Krisnamurthy & Rajagopal, 2002).

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales y constituyen una alternativa importante para solucionar los problemas del trópico. Su éxito depende de diversas acciones y esfuerzos, en donde la investigación, la participación social y la transferencia tecnológica permitan implementar dichas alternativas. Por tal, deben intensificarse las relaciones entre sector gubernamental, centros de investigación, organizaciones civiles y comunidades rurales. Resulta indispensable desarrollar una estrategia conjunta, que permita desarrollar la agroforestería como alternativa positiva para disminuir la crisis del sector agropecuario nacional (Gutiérrez *et al.*, 1999). Si bien son varias las definiciones de agroforestería o de sistemas agroforestales, todas ellas comprenden el manejo integrado de todos los recursos existentes en una unidad de terreno. Como consecuencia se puede lograr mejorar el nivel de vida de la población rural, si se involucra a los productores o campesinos involucrados, en la

identificación de problemas, objetivos, y en el diseño y ejecución de actividades (CATIE, 1986; Nair, 1985; López, 2004).

Los policultivos en general y los sistemas agroforestales en particular, no se crean al azar o derivados únicamente de la investigación ecológica. Se basan en el entendimiento profundo y antiguo, de las interacciones entre la vegetación natural y los sistemas agrícolas, que los grupos étnicos de las latitudes tropicales han desarrollado por milenios. Por ello, los sistemas agroforestales están guiados por complejos sistemas etnoecológicos de producción (Altieri 1999; Ramos et al. 2004). Esto permite a los campesinos asignar a cada paisaje una práctica de producción determinada, obteniendo así una diversidad de productos.

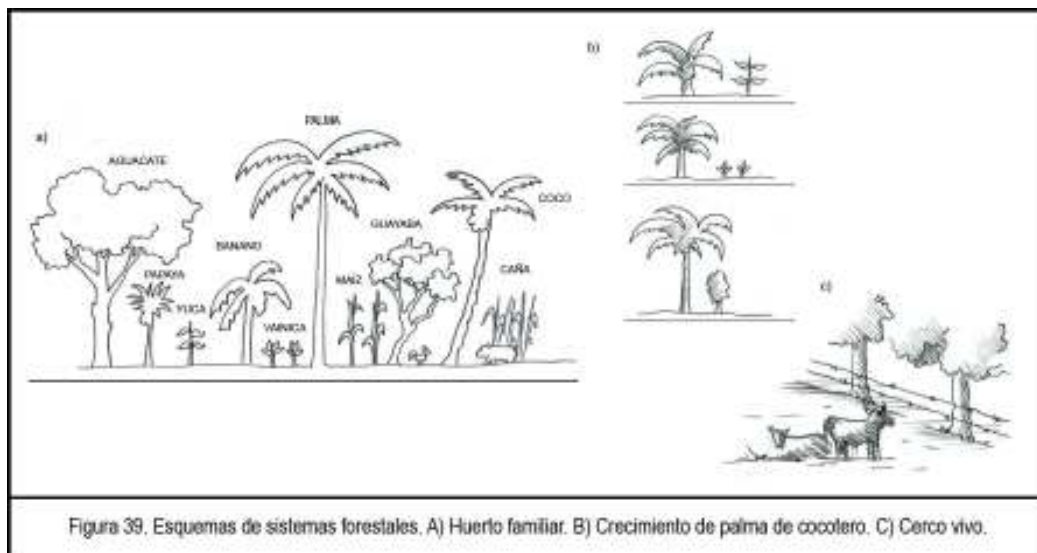


Figura 39. Esquemas de sistemas forestales. A) Huerto familiar. B) Crecimiento de palma de cocotero. C) Cerco vivo.

### Ventajas y servicios del componente arbóreo

Los árboles tienden a mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir sobre las características del suelo, del microclima, de los ciclos del agua y nutrientes, así como sobre los componentes biológicos: bacterias, protoctistas, hongos, plantas y animales asociados (Tabla 22) (CATIE, 1986). Debido a la profundidad y extensión de sus raíces, mejoran las propiedades físicas del suelo en todo su perfil, siendo su estructura la más importante; como resultado del sombreado y la caída de las hojas, se incrementa la materia orgánica, la humedad y se regula la temperatura; lo anterior promueve la actividad de los microorganismos simbióticos y ayudan a desarrollar texturas y agregados del suelo más estables.

La función que desempeñan los árboles en la protección del suelo es bien reconocida. Además de reducir la velocidad del viento, el follaje de los árboles disminuye el impacto de las gotas de lluvia que golpean la superficie del suelo. La capa de hojarasca que cubre el suelo también ayuda a reducir la erosión de la



superficie. El sistema de raíces de los árboles realiza una función importante en la estabilización del suelo, especialmente en laderas escarpadas. La inclusión de especies perennes leñosas, compatibles con los cultivos asociados, en parcelas agrícolas dan como resultado un mejoramiento acentuado sobre la fertilidad del suelo. Aumenta la cantidad de materia orgánica y mejora el ciclo de nutrientes logrando que se retengan y aprovechen mejor. Las especies que componen el sistema, interactúan de manera complementaria, lo cual permite que los nutrientes se repartan de manera más eficiente (CATIE, 1986). Las desventajas de este tipo de sistema representan una mayor competencia, la cosecha del componente forestal puede dañar a otros componentes, la mecanización se dificulta, el ambiente húmedo propicia la aparición de hongos patógenos y otros padecimientos (López, 2004).

**Tabla 22.- Beneficios del componente arbóreo en sistemas agroforestales (CATIE, 1986).**


--	--

Los sistemas agroforestales se clasifican según su estructura y función, por sus patrones en el espacio y tiempo, la importancia relativa de diferentes componentes en relación a la producción primaria o secundaria, el tipo de manejo de cada componente y las características sociales y económicas (Huxley, 1983). Gutiérrez y colaboradores (1999) los agrupan en las siguientes categorías: 1) sistemas silvo-pastoriles, árboles asociados con ganadería; 2) sistemas agro-silvoculturales, árboles combinados con cultivos; 3) sistemas agro-pastoriles, se combinan cultivos con ganadería y 4) sistemas agro-silvo-pastoriles, árboles, cultivos y ganadería. A su vez estas categorías se subdividen de acuerdo a los siguientes criterios:

- ❖ Arreglo espacial (sistemas mixtos o sistemas en zonas-franjas).
- ❖ Arreglo temporal, como sistemas secuenciales (rotacionales, sucesionales, barbecho, etc.), o coincidentes (interpolados, etc.).
- ❖ Función de los componentes principales (alimentos, cultivos comerciales, leña, forraje, cercas vivas, conservación de suelos, cortinas rompevientos, etc.).
- ❖ Zonas agroecológicas donde se practican (tropical, templado; húmedo, seco; suelos, etc.).
- ❖ Aspectos socioeconómicos de los productores.

A continuación se describen algunos de los sistemas más comunes en Latinoamérica:

a) sistemas agroforestales secuenciales-sucesionales (agricultura de roza-tumba-quema): Es el sistema de producción más extendido en las regiones tropicales (Figura 75). Existen muchas variables de estos sistemas, desde los métodos practicados por tribus nómadas, hasta las prácticas más complejas de poblaciones rurales estables (Huxley, 1983; CATIE, 1986). En la agricultura de r-t-q, los cultivos anuales duran sólo unos cuantos años, durante los cuáles algunas especies perennes son plantadas y/o toleradas, convirtiéndose en un sistema agroforestal; posteriormente el sitio se 'abandona' para que se desarrolle una selva 'útil', después de algunos años se repite el proceso (Figura 40).



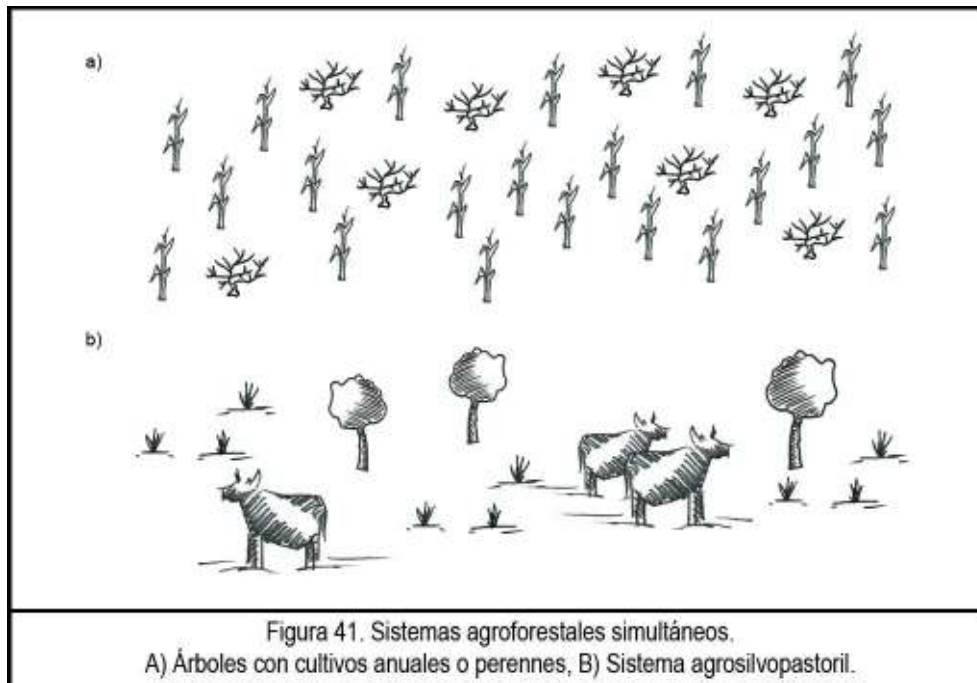


Figura 41. Sistemas agroforestales simultáneos.  
 A) Árboles con cultivos anuales o perennes, B) Sistema agrosilvopastoril.

Dentro de este tipo de sistema, se encuentra el sistema “taungya”, en que árboles y cultivos crecen simultáneamente durante el periodo de establecimiento de la plantación forestal. En este sistema aunque la obtención de madera es la meta final, los ingresos a corto plazo constituyen una gran motivación para los agricultores. Este sistema, no es del todo aceptado, puesto que los productores no cooperan en el cuidado de los árboles, porque no rinden beneficios directos a corto plazo y a mediano plazo los árboles ocasionan interferencias con los cultivos por nutrientes y además por la sombra que producen los árboles. Económicamente, los sistemas Taungya son atractivos, porque además de reducir entre un 40 a 60% los costos de establecimiento, el agricultor recibe ingresos monetarios. Por tanto el éxito de estos sistemas, depende en gran medida de los incentivos que ofrece el gobierno por la participación de los agricultores.

b) sistemas agroforestales simultáneos: consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles a base de cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles. Los ejemplos más comunes en Latinoamérica son los cafetales y cacaotales (Krishnamurthy y Uribe, 2002). Otro caso común es el “cultivo de callejones”, el cual consiste en la asociación de árboles sembrados en bandas o franjas, intercalados con cultivos anuales (CATIE 1986) (Figura 41).

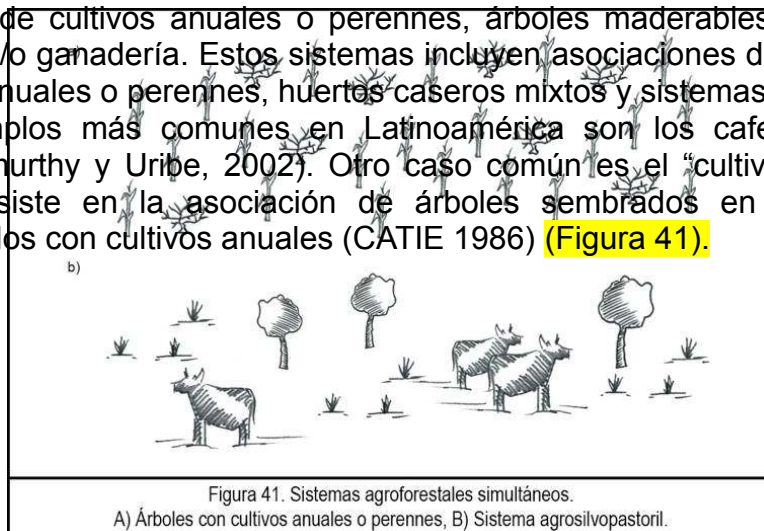
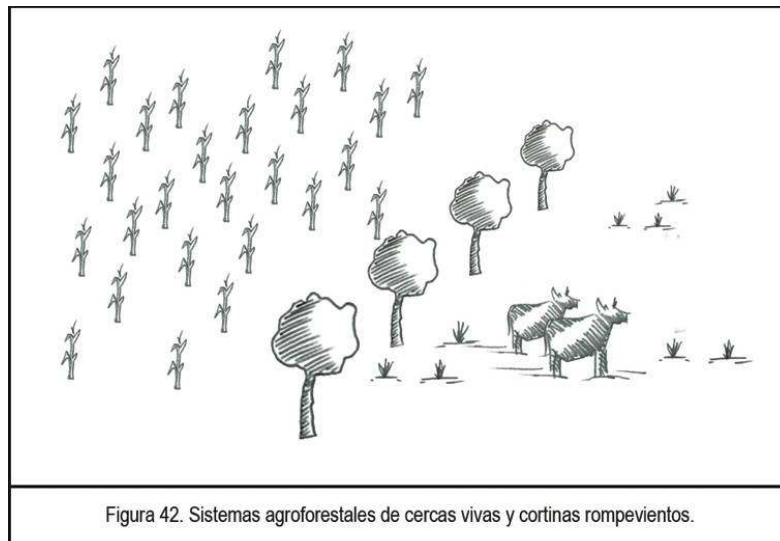


Figura 41. Sistemas agroforestales simultáneos.  
 A) Árboles con cultivos anuales o perennes, B) Sistema agrosilvopastoril.

c) sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos: Estos sistemas constan de hileras de árboles más o menos separados, que delimitan a una propiedad o bien tienen la función de protección para otros componentes agrícolas y/o ganaderos. Estos proveen de diversos productos de valor económico, tales como alimento, forraje, productos medicinales, leña y postes para cercas, sin embargo, el establecimiento y manejo de estos sistemas utilizan mucha mano de obra permanente (CATIE, 1986) (Figura 42).



d) huertos caseros mixtos: son sistemas agroforestales muy antiguos que se utilizan para satisfacer parte de las necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas. Se caracterizan por su complejidad, presentando múltiples estratos con gran variedad de árboles, cultivos y a veces animales. Se trata de sistemas de alta diversidad de especies, con producción todo el año y juegan papel primordial en suplir los alimentos básicos a escala familiar. Estos son los sistemas agroforestales clásicos en Mesoamérica (CATIE, 1986).

e) sistemas silvopastoriles: son asociaciones de árboles, maderables, para pulpa, leña, frutales y/o forrajeros, con animales y con o sin la presencia de cultivos. Se practican a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia (CATIE, 1986). En los sistemas silvopastoriles se conjunta la producción animal con plantaciones forestales, en donde es posible obtener mayores beneficios que con los sistemas separados, volviendo más rentable los sistemas agroforestales que los monocultivos.

La característica principal de todos los sistemas agroforestales, radica en es su capacidad de optimizar la producción por unidad predial, a través de un manejo diversificado e integral. Aquí, los árboles cumplen con dos papeles fundamentales, el productivo y el ecológico. Proporcionan productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Por otra parte, los árboles son proveedores importantes de servicios como conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, cercos vivos para los cultivos y árboles frutales, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de malezas (Budowski, 1994). En este sentido, Farrel y Altieri (1999) mencionan 4 propiedades de la agroforestería que no tienen los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales solos, tabla 23.

**Tabla 23. Propiedades de los sistemas agroforestales (Farrel y Altieri, 1999).**

Tabla 23. Propiedades de los sistemas agroforestales (Farrel y Altieri, 1999).	

***Beneficios económicos, sociales, culturales y ambientales de los sistemas agroforestales***

Los sistemas agroforestales persiguen fines adicionales al simple hecho de hacer más eficiente el uso de la tierra. Incluyen en sí mismos la mejora de la calidad de vida de los productores o campesinos, generan fuentes de empleo que contribuyen



asociada y los procesos sucesionales. Los totonacos reconocen en el paisaje el relieve o pendiente, tipos suelo, fuentes de agua permanentes o estacionales, prácticamente todas las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como los animales silvestres. A nivel de uso del suelo relacionan la estructura de la vegetación, el estado sucesional y su uso-manejo, en cuatro grandes categorías: milpa, monte alto, mediano y bajo, y potreros, los cuales tienen varias subcategorías que a continuación se describen (Ortíz-Espejel, 1995; Medellín, 2000).

- ❖ Milpa-Takuxtu: Es la base del sistema alimentario en mesoamérica y el punto de inicio del sistema de roza, tumba y quema. Se siembra maíz en combinación con otros cultivos, como frijol, calabaza, jitomate, chile, yuca, quelites, etc. Se usa principalmente para el autoconsumo y una pequeña parte se destina al mercado. El padre de familia, es quien trabaja la milpa, apoyado en la siembra y cosecha en el sistema de "mano-vuelta". La milpa, proporciona 72 productos vegetales y 21 animales.
- ❖ Monte alto-Kalenjkakiwin: Corresponde a la selva primaria (por lo menos de 50 años de edad) y forman parte de las reservas forestales comunitarias. Su uso se restringe a la extracción de maderas finas, forrajes, bejuco para la construcción, frutos comestibles, plantas medicinales, hojas de palmilla y a la caza. Debido a la presión demográfica y a las políticas de desarrollo agropecuario, el área con selvas es cada vez más reducida.
- ❖ Montes bajos o acahuales – Kakiwin: Estos se desarrollan después de que un área de milpa es 'abandonada' y la sucesión ecológica inicia el proceso de recuperación, subdividen en varias categorías dependiendo de la edad y el uso:
- ❖ Kamajkatman: Monte entre 15 y 30 años de edad. Es una zona en donde se recolectan: madera, leña, frutos, forraje y se caza fauna silvestre. Son áreas susceptibles para la roza-tumba-quema y siembra de milpa.
- ❖ Los vainillales llamados Kaxátnatni, son subcategorías de estos montes, lo mismo sucede con los cacaotales y cafetales.
- ❖ Makjatamán: Acahual joven de 2 a 10 años de edad, los más avanzados se usan para establecer cultivos de vainilla, cacao y café.
- ❖ Potreros-Sakat: Son lugares abiertos usados para la ganadería. Generalmente presentan algunos árboles para sombra y productores de forraje.
- ❖ Solar-Kiljtí: Es el espacio que rodea las casas y es fuente de abastecimiento a través de todo el año de fruta, madera, leña, miel, verduras, especias y plantas medicinales. Algunas de las plantas que se cultivan son: cítricos, plátanos, café, cacao, vainilla, hierbabuena, albahaca, cebollín, tomate, chile, entre otras. Es común el área de producción de miel y cera con abejas nativas, táxkat (*Scaptotrigona mexicana*).

A manera de guía se enlistan las principales especies vegetales usadas en las milpas, acahuales y montes del sistema productivo totonaco.

Milpa: Especies arbóreas.- chico zapote (*Manikara achras*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*), caoba (*Swietenia humilis*), jobo (*Spondias mombin*), lilaque

(*Leucaena glauca*), ramoncillo (*Trophis racemosa*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y tarro (*Bambusa paniculata*). Especies herbáceas.- maíz (*Zea mays*), frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*), frijol de árbol (*Cajanus cajan*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), chilmore (*Capsicum frutescens*), cilantro del país (*Coriandrum sativum*), tomatillo silvestre (*Lycopersicon esculentum*), calabazas (*Cucurbita pepo* y *Cucurbita ficifolia*), sandía (*Citrullus communis*), sacual (*Lagenaria siceraria*), camote (*Ipomoea batatas*) y anís (*Pimpinella anisum*).

Achuales: palo mariposa (*Bauhinia divaricata*), capulincillo (*Eugenia capuli*), palo blanco (*Alchornea latifolia*), timbrillo blanco (*Acacia angustissima*), timbrillo rojo (*Calliandra houstoniana*), guácima o akáxti (*Guauzuma ulmifolia*), alzaprima (*Carpodiptera ameliae*), chijol (*Piscidia communis*), laurel (*Nectandra sanguinea*), chico zapote (*Manikara achras*), pimienta u okum (*Pimenta dioica*), chaca (*Bursera simaruba*), ceiba (*Ceiba pentandra*), puam o puyam (*Muntingia calabura*), aguacate (*Persea americana*), pimienta u okum (*Pimenta dioica*), vainilla (*Vanilla planifolia*), piper (*Piper spp*) e izote (*Yucca aloifolia*).

Monte alto: ramón (*Brosimum alicastrum*), chico zapote (*Manikara achras*), caoba (*Swietenia humilis*), pimienta u okum (*Pimenta dioica*), bejucos para amarre (*Melastoma populifolia*), chico zapote (*Manikara achras*), zapote mamey (*Calocarpum mammosum*), pitahaya (*Hylocereus undatus*), zapote cabello (*Licania platypus*), zapote (*Pouteria campechiana*) y jobo (*Spondias mombin*).

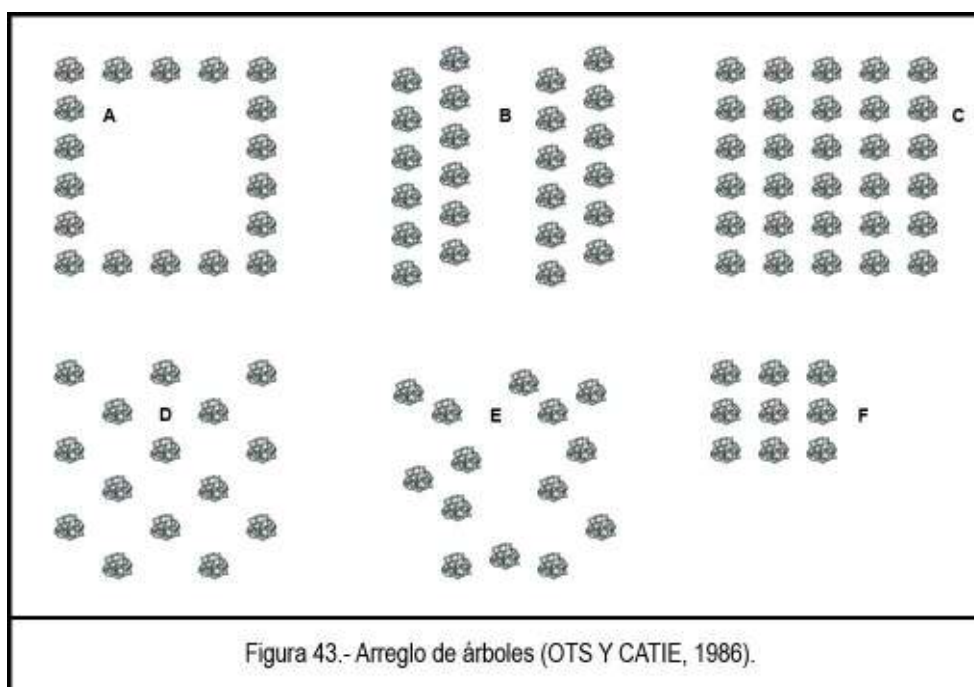
Potrero: palma real (*Scheelea liebmanii*), zacate Privilegio (*Panicum maximum*), zacate estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y además otros de menor calidad tales como zacate grama (*Paspalum conjugatum*) y zacate cola de zorra (*Andropogon liebmanii* y *Schizochyrum condensatum*).

### **Diagnóstico y diseño de sistemas agroforestales**

El diseño de sistemas agroforestales, desde una perspectiva de manejo integral de los recursos bioculturales, debe responder a los siguientes criterios (Ramos et.al, 1996): a) características ecológicas y el potencial productivo local-regional, b) necesidades y limitaciones de los pobladores y productores rurales, c) aspectos demográficos locales y regionales, d) los planes de ordenamiento y desarrollo a nivel municipal, estatal y nacional. Es por ello, muy importante realizar primero un diagnóstico participativo, que nos permita describir y analizar los aspectos ecológicos, económicos y sociales relevantes del área/predio y de la región, determinar los problemas de uso y manejo del suelo, y las soluciones y alternativas existentes. De esta manera, se identifican los sistemas de producción existentes en el área, se reconocen los problemas de producción más relevantes, las necesidades humanas locales, la tecnología disponible y los requerimientos de los mercados locales y regionales. Todo ello, con la finalidad de que se cumplan los criterios de un buen diseño agroforestal: productividad, sustentabilidad y adaptabilidad.

Una vez determinada la factibilidad de un sistema agroforestal se realiza el diseño de este tomando en cuenta cuatro principios agroecológicos fundamentales: a) asegurar condiciones de suelo favorables para el crecimiento de plantas, especialmente para manejar la materia orgánica y los organismos benéficos; b) optimizar y equilibrar la disponibilidad y flujo de nutrientes y agua; c) reducir pérdidas mediante un manejo integrado de plagas y enfermedades; y d) explotar la complementariedad y sinergismo mediante la correcta combinación de especies, logrando un alto grado de diversidad funcional. El establecimiento y manejo de los sistemas de producción agroforestales, debe realizarse en forma paulatina y modificando secuencialmente el sistema productivo original, es preferible modificar un sistema existente que llevar a cabo una innovación total, además las posibilidades de aceptación son mayores con técnicas ya probadas (Ramos, et.al, 1996). Los principios ecológicos a seguir son los que determinan los cambios estructurales, en composición de especies y la dinámica de la sucesión ecológica en ecosistemas naturales. Esto sin perder de vista el mantenimiento y el incremento del nivel de productividad a mediano y largo plazo, así como los principios agroecológicos mencionados anteriormente.

La elección de especies a utilizar, es un aspecto básico del manejo de las plantas en los sistemas agroforestales, dependen de las necesidades del agricultor, la naturaleza del agroecosistema y las condiciones ambientales y económicas locales (Figura 43). Por ejemplo, al introducir los árboles en un potrero o milpa, se pueden establecer como cercas vivas (Figura 43A). Cuando se necesita protección contra los vientos, se introducen franjas o camellones como cortinas rompevientos (Figura 43B). En caso de requerir un sombra, se introducen árboles dispersos de manera uniforme o al azar (Figura 43C, D, E). Es posible también introducir un barbecho rotacional mejorado como es el caso de las unidades diversificadas sucesionales milpa>huerto>acahual enriquecido (Ramos, et al., 1996, **Figura 43F**).





Al establecer varias especies de plantas anuales y perennes en una parcela, deben considerarse los cambios estructurales del sistema en el tiempo y el espacio. Algunos factores tales como requerimientos culturales de las especies componentes al crecer juntas, su fenología y forma de crecimiento (sobre y bajo el suelo), determinan las formas de manejo para todo el sistema, algunos ejemplos de actividades culturales son las siguientes (Nair, 1985):

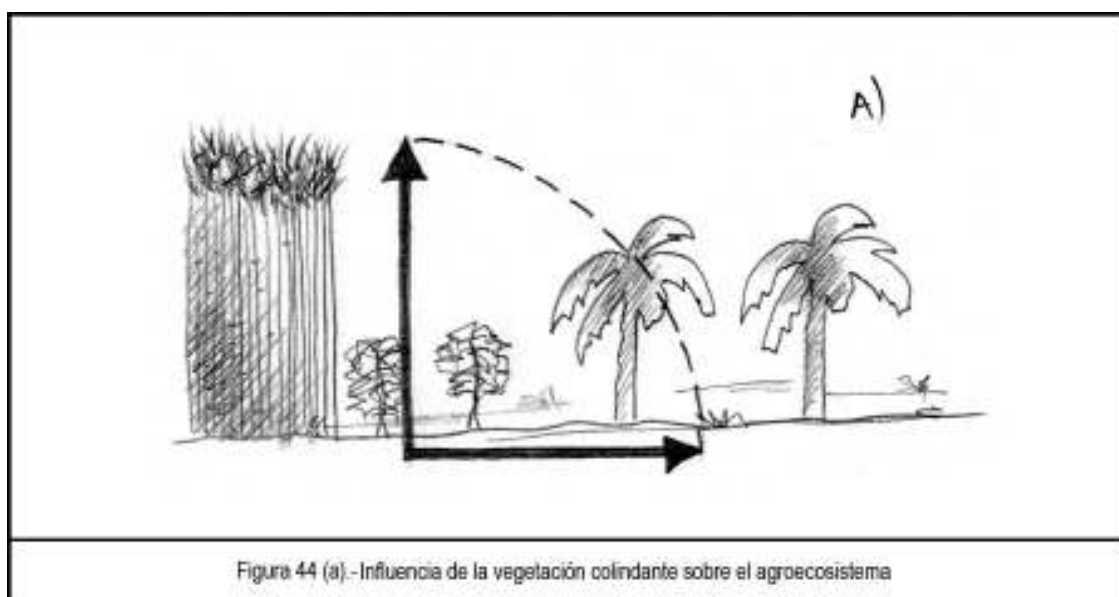
1) Introducir especies arbóreas en cultivos agrícolas anuales o potreros, en forma simultánea o asincrónica (sucesionalmente), cuidando el espaciamiento para no exceder el sombreado en las especies herbáceas y arbustivas.

2) Abrir brechas en bosques secundarios, de ancho y a intervalos convenientes, dependiendo si se sembrarán especies demandadoras de luz como frutales, o tolerantes a la sombra como el cacao y el café.

3) Introducir prácticas de manejo como el aclareo, raleo y la poda a fin de lograr mayor penetración de la luz en la superficie del terreno y así poder sembrar especies agrícolas seleccionadas entre las hileras de árboles. El grado de raleo o poda depende de la densidad arbórea, de la estructura del dosel, entre otros.

4) Sembrar especies arbóreas seleccionadas en contorno sobre líneas perpendiculares a la pendiente a diferentes disposiciones de siembra (hileras únicas, dobles, alternadas) con diversas distancias entre las hileras. Los pastos fijadores del suelo se establecen entre los árboles a lo largo del contorno. El área entre las hileras se utiliza para las especies agrícolas.

La vegetación colindante con nuestra parcela agroforestal influye considerablemente sobre el sistema y viceversa, pudiendo ser positivas o negativas. Por ello, los bordes de parcelas vecinas colindando con nuestras parcelas agroforestales, deben aclarearse, ralearse y podarse, aproximadamente a una distancia igual a su altura como puede apreciarse en la **figura 44 (a) y (b)**.





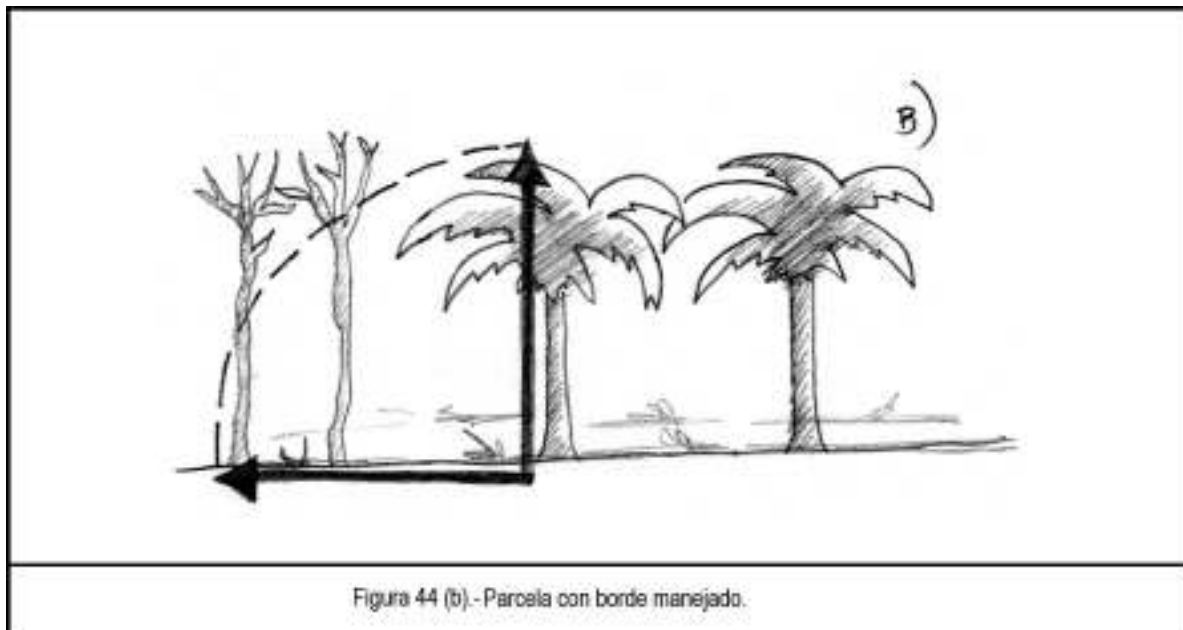


Figura 44 (b).- Parcela con borde manejado.

### Uso de bosques y selvas secundarias para establecer sistemas agroforestales

La vegetación secundaria es muy común en el trópico húmedo, se deriva principalmente del abandono de parcelas agrícolas y potreros, forma parte de los sistemas tradicionales de barbecho y actualmente está subutilizada ya que puede manejarse y aprovecharse para fines maderables y no maderables. También puede utilizarse, después de un aprovechamiento forestal, para establecer sistemas agroforestales. La ventaja de usar este tipo de vegetación en el establecimiento de sistemas agroforestales, radica en que, ya existe el componente arbóreo y arbustivo, las condiciones de fertilidad del suelo y régimen hídrico, por lo general son mejores que en parcelas agrícolas y ganaderas. Tienen un aspecto importante en la conservación de la biodiversidad, ya que disminuye la presión de las pocas áreas de selva que aun quedan en el país, al incorporar áreas 'ociosas' al sistema de producción (del Amo y Ramos, 2001).

El acahual manejado, ofrece la ventaja de mantener una gran variedad de especies vegetales propias y únicas, además de las especies sembradas o introducidas, de esta manera, se favorece también la fauna silvestre, que es una fuente adicional de proteína animal. Otra consecuencia, respecto al mantenimiento de sistemas diversificados como éste, estriba en que se incorporan áreas cubiertas por vegetación secundaria, calificadas equivocadamente como improductivas u ociosas, a los procesos productivos locales. Como vimos anteriormente, los grupos étnicos indígenas combinan utilización, cultura y conservación del medio, en sus sistemas productivos. El ejemplo más conocido en las zonas tropicales de mesoamérica es el de roza-tumba-quema, en donde, después de varios años de un cultivo agrícola múltiple, se establece un 'barbecho', que es una secuencia de etapas sucesionales con diferentes asociaciones de plantas conocida con el

nombre de acahuales o sucesión secundaria (Figuras 45 y 46). En la figura 80 podemos identificar las unidades de manejo de los totonacos: la milpa (A), los huertos frutales (B), el solar (C), la selva (D) y los acahuales (E). En forma similar, en la figura 81 vemos las unidades manejadas por los mayas (PROAFT, 2004).

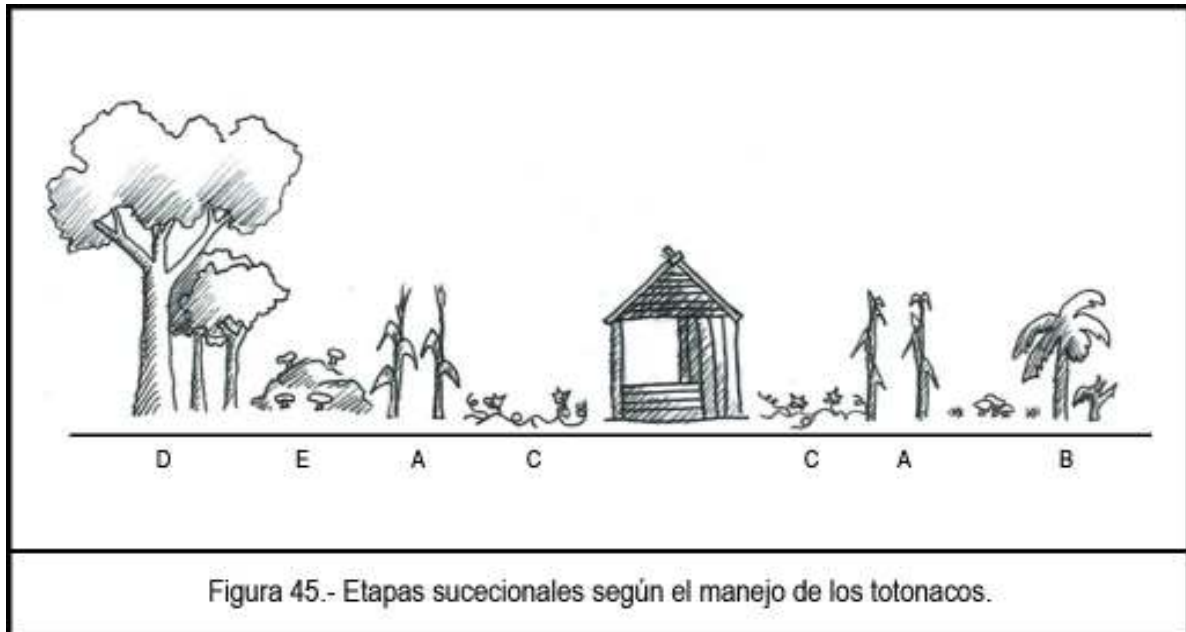


Figura 45.- Etapas sucesionales según el manejo de los totonacos.

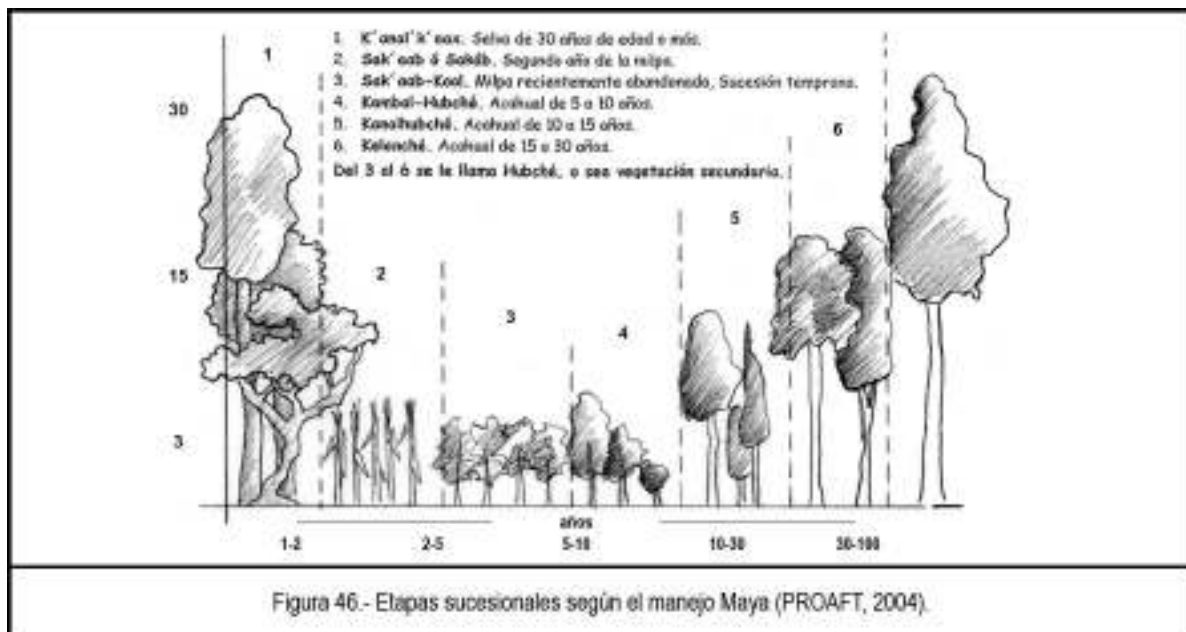


Figura 46.- Etapas sucesionales según el manejo Maya (PROAFT, 2004).

Una opción recomendable para la restauración en zonas degradadas, es la promoción de la dinámica del barbecho y el posterior manejo de vegetación secundaria. Esto se puede lograr mediante prácticas de roturación del suelo (para estimular el banco de semillas), la siembra de especies herbáceas, arbustivas y de rápido crecimiento (para contrarrestar la competencia con pastos) y especies

arbóreas secundarias que establezcan rápidamente una cobertura vegetal (Ramos et al., 1996). Otra forma de promover la dinámica sucesional es la siembra de una 'milpa' y su abandono posterior, las especies de la milpa atraen fauna silvestre que ayuda con la dispersión y siembra de semillas de otras especies. La importancia del manejo de la vegetación secundaria, radica en la posibilidad de realizar el manejo productivo de especies silvestres que no están siendo aprovechadas e incluirlas en los sistemas de producción y comercialización.

La capacidad natural de la vegetación secundaria, de restaurar y mantener la productividad del suelo así como la regulación del agua, es un factor que no debemos subestimar. Su diversidad de especies, su estructura y composición son relativamente simples, comparados con las selvas primarias, lo cual nos permite desarrollar planes de manejo y comercialización sencillos, basados en las especies de rápido crecimiento. Algunos géneros muy promisorios para madera, construcción y leña son: *Trema*, *Cordia*, *Inga*, *Leucena*, entre otros. Estos se pueden dejar en el dosel superior y promover su crecimiento mediante el aclareo del dosel intermedio y bajo, eliminando arbustos, hierbas, en el dosel bajo se pueden introducir especies tolerantes a la sombra como el cacao, vainilla, café, palma camedor, etc. Los árboles extraídos pueden utilizarse para construcción, postes o leña. Se pueden establecer plantaciones mixtas, mediante la sustitución parcial de la vegetación (abriendo bandas o camellones, franjas de 3-5 m sin vegetación) y sembrando las especies deseadas en estas franjas (Mizrahi et.al, 1997).

## Capítulo 5: Parcelas demostrativas-experimentales

### ***Parcelas demostrativas para la investigación***

Las parcelas demostrativas-experimentales, son un medio eficaz para poner a disposición de los productores el conocimiento agroecológico, agroforestal y forestal, así como los mecanismos de transferencia de tecnología. En particular el uso de métodos y técnicas específicas para manejar determinadas especies arbóreas de interés ecológico, económico y sociocultural. Las parcelas demostrativas-experimentales, pueden ser de tipo agroforestal y/o plantaciones mixtas, estas ayudan a capacitar y convencer a los productores sobre las ventajas en utilizar especies arbóreas, que no se usan actualmente, como alternativa productiva. Una vez establecidas las parcelas, se demuestra el alcance a futuro de estos sistemas de producción, por lo que conviene replicarlas en diferentes condiciones de terreno y con diferentes productores, para así demostrarlas como alternativas en el manejo de recursos naturales.

En este capítulo, se describen los resultados de varios estudios experimentales-demostrativos realizado bajo condiciones de campo, complementados con literatura relevante al tema. Este tipo de parcelas de doble propósito son muy importantes ya que cumplen la función de documentar científicamente la experiencia y la de capacitación-divulgación de métodos y técnicas agroforestales. De esta manera, se trata de convencer al productor sobre la importancia de este tipo de parcelas, como alternativa para mejorar su economía.

### Diagnóstico, diseño y establecimiento de parcelas demostrativas-experimentales

En el establecimiento de este tipo de sistemas agroforestales o plantaciones mixtas, en las propias parcelas de los productores, se ponen en práctica las enseñanzas y recomendaciones de este manual. Se espera que las personas que establecen una parcela demostrativa-experimental, apliquen ciertas prácticas y actividades para el control de variables que permitan experimentar con diferentes condiciones ambientales y especies. A fin de asegurar el mayor éxito posible, se sugiere realizar la secuencia metodológica propuesta por FIDAMERICA (2003): 1. Definir tecnología agroecológica disponible, 2. Identificar los productos y/o cultivos, 3. Ubicar y caracterizar la parcela, 4. Adecuar la parcela, 5. Planear la producción y prácticas de cultivo, 6. Diseñar y establecer el sistema productivo, 7. Realizar seguimiento y asesoría, 8. Analizar resultados, y 9. Difundir resultados. Los pasos antes señalados permiten mejor control y monitoreo de actividades al establecer las parcelas agroforestales o plantaciones mixtas, de acuerdo con los productores, después de analizar las diversas alternativas de manejo, las posibles especies por utilizar, así como sus ventajas y desventajas en cuanto a su uso y mantenimiento. A continuación se describen dichos pasos y sus consideraciones generales:

En primer lugar, debe definirse la tecnología agroecológica a utilizar, referente a definir un método de trabajo para el establecimiento, mantenimiento y utilización de las especies que se planea plantar. En el estado inicial de la plantación, debe decidirse que técnicas se utilizarán para el manejo del sistema agroforestal o la plantación mixta. Posteriormente se determinan los productos o cultivos: pastos, cereales, hortalizas, frutales, especies maderables, especies pecuarias, etc. Lo anterior sirve de base para la planificación participativa entre técnico, productor/a y su familia. Naturalmente la propuesta depende de las necesidades de la zona y de las inquietudes y expectativas de los propietarios de las parcelas. Para asegurar el éxito, no sólo del establecimiento de las parcelas sino de la cosecha de los productos cultivados, es necesario que tanto los productores como los técnicos asesores trabajen en conjunto y en forma participativa.

Para ubicar y caracterizar a la parcela, se recomienda un lugar de fácil acceso y visualización de la misma, que el sitio sea representativo desde el punto de vista agroecológico y que existan facilidades para el riego. La ubicación de parcelas demostrativas-experimentales es un elemento importante pues, de ello depende, que tanto beneficiarios directos como indirectos, asimilen las tecnologías con mayor facilidad y con ello, adoptar las más interesantes. Así mismo, es importante su caracterización en términos de la topografía, suelo, agua y vegetación existente. La adecuación de la parcela, se refiere a las acciones que deben realizarse sobre el terreno para prepararlo en caso de no presentar las mejores condiciones para su establecimiento. Entre las principales adecuaciones figuran las siguientes actividades: actividades de nivelación, movimientos de tierra (cortes y rellenos), ubicación y construcción de sistemas de riego y establecimiento de terrazas en caso de que sea necesario. El establecimiento de terrazas, conlleva beneficios relacionados con el uso del agua, mayor facilidad para el riego, reducción de la erosión, distribución más homogénea de la humedad y una mayor economía del agua para riego. Aunque lo anterior implica un desembolso económico difícil de llevar a cabo, constituye una buena inversión a mediano y largo plazo para ayudar a mejorar las condiciones del terreno.

El reconocimiento del predio, en un plano, permite realizar una planeación adecuada y ofrece al productor una visión práctica de sus posibilidades de trabajo. La planificación de la producción comienza por definir cual es el objetivo de la misma. Se pretende que las parcelas demostrativas sirvan de ejemplo para que otros productores las repitan o reproduzcan en sus propios terrenos. También pueden ser útiles como fuente de divulgación de nuevos cultivos y nuevas tecnologías. La planificación establece las necesidades de comercialización, el uso y consumo de los productos y el establecimiento de nuevas especies dentro de la parcela. Una vez definida la producción, se establece un calendario de las actividades de manejo agroecológico: Por ejemplo, preparación de suelos, siembra directa o trasplante (plántulas), riego, fertilización-abonado, control de plagas y enfermedades, cosecha, etc. Es también importante tener en cuenta la

comercialización, nuevos mercados, las actividades de transferencias de tecnología, la capacitación y la difusión.

El diseño y establecimiento del sistema de producción incluye la disposición de plantas en el terreno, densidad de siembra o plantación y distribución en un plan de rotación. Para esto es importante conocer la fenología de las especies consideradas en el trabajo (Napier, 1985). Es importante determinar la densidad de plantación, puesto que los componentes arbóreos que la conforman, compiten por nutrientes y agua ya sea entre especies iguales o diferentes. Por tanto, debe lograrse una densidad tal que los recursos disponibles se utilicen de manera eficiente. Evitar la interferencia, por adición de sustancias nocivas de las propias plantas mismas que provocan un efecto inhibitorio para otras especies. Por otra parte, se trata de utilizar especies beneficiadas con condiciones propiciadas por otras especies. Lo anterior puede lograrse sincronizando las diferencias de requerimientos de las especies en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo y así lograr que no interfieran unas con otras. Como las plantas usan diferentes recursos a lo largo del año, es posible diseñar un sistema espaciando las fases del ciclo biológico de los diferentes cultivos de manera adecuada. Por ejemplo, algunas especies toleran a la sombra en su estado juvenil, pero no en su fase adulta. En ese caso, puede diseñarse el sistema de tal manera, que cada especie llegue al estado adulto en épocas diferentes.

En el proceso de establecimiento y seguimiento de las parcelas, deben considerarse la asesoría y la asistencia de los técnicos adecuados. Estos dos temas son muy importantes para obtener una buena producción en la parcela. La asesoría debe enfocarse al manejo de los cultivos mientras la asistencia técnica al desarrollo de la parcela, la toma y registro de datos sobre los árboles plantados. Asimismo, debe considerarse la capacitación de los productores, por medio de visitas programadas con diferentes comunidades y grupos de trabajo. La asesoría contempla la venta de la producción al comercializar los productos en diferentes mercados locales, municipales y de otro tipo. Como parte del establecimiento de las parcelas, importa un análisis de resultados basado en gastos e ingresos, a fin de facilitar el análisis de los resultados. Finalmente, es indispensable considerar el análisis y la difusión de los resultados ya que estamos hablando de parcelas demostrativas-experimentales, las cuales tienen un objetivo científico-educativo. Esto se realiza para dar a conocer experiencias de cada caso particular y para evaluar y seleccionar las prácticas tecnológicas más convenientes para cada propietario, lo anterior se puede concretar a través de talleres comunitarios participativos.

### ***Actividades específicas para el establecimiento de la parcela***

El establecimiento de parcelas incluye todos los pasos y consideraciones anteriores, sin embargo es indispensable detallar algunas acciones específicas: a) selección, limpieza y preparación del sitio, b) excavación de cepas, c) transporte y sembrado, d) protección, evaluación de la plantación y e) mantenimiento.

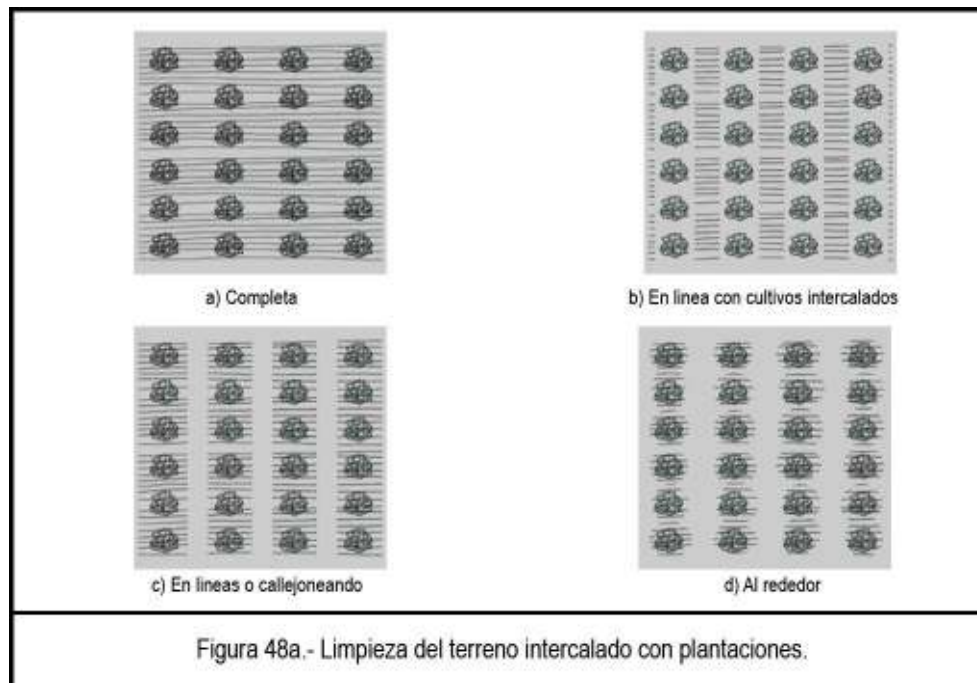
## Selección, limpieza y preparación del sitio

Es recomendable que el sitio en donde se va a establecer la parcela presente las mejores condiciones posibles (Arriaga *et al.*, 1994): que sea plano o con poca pendiente, que tenga cerca fuentes de agua, que el suelo sea fértil, que sea lo más cuadrado posible. Las prácticas más utilizadas para la limpieza del terreno, incluyen métodos mecánicos, manuales y quema. El corte de vegetación leñosa con motosierra es preferible a usar maquinaria pesada, para evitar daño y la compactación del suelo, además de ser menos costoso. Se recomienda usar el material cortado para construcción de viviendas, muebles, postes y leña y no dejarlo en el sitio. El resto de la vegetación se puede cortar con machete, para usarse posteriormente para postes y como leña y el resto dejarse en el sitio para que se descomponga o en caso necesario para su quema. Dentro de las acciones de limpieza se puede eliminar la 'maleza' del lugar a plantar, ya sea todo el terreno (Figura 47) o como mínimo una distancia aproximada a 1.5 m de diámetro alrededor de la *cepa*.



En esta parte del proceso, también se hace diseños de limpieza del terreno intercalándolo con las plantaciones (López, 2004). Por ejemplo, en la Figura 83 se aprecian cuatro diferentes diseños en los que se observan: la maleza se elimina de manera total en el área donde se van a plantar los árboles (Figura 48a), o se hacen de manera intercalada para alternar zonas limpias con líneas de árboles (Figura 48b), o dejando espacios entre ellas para formar callejones (Figura 48c) o simplemente limpiar alrededor de cada árbol (Figura 48d). En caso de usar la quema del material vegetal restante, es importante tomar todas las precauciones necesarias y dar aviso a la comisión forestal más cercana. El fuego es una herramienta que facilita la siembra y libera nutrientes que pueden acelerar el crecimiento de las plántulas y juveniles establecidos. Sin embargo, se debe tener en consideración la cantidad de material combustible, su localización y el nivel de desecación que tiene para logra una temperatura óptima, que disminuya riesgos y daños al suelo (Gliessman, 2002). También es importante considerar la hora del día y el patrón de vientos y lluvias de la estación del año en que se realiza la quema.





Una vez 'limpio' el terreno, se prosigue con la preparación del terreno, con el objetivo de que el suelo permita una mayor retención de agua, que las raíces se extiendan y desarrollen con facilidad, y promover el desarrollo de un mejor anclaje de la planta, para permitir un mayor aprovechamiento de los nutrientes. La preparación del suelo favorece a su vez, la penetración del agua y el aire a mayor profundidad, además mejora el control de malezas. Es preferible que esta actividad se realice durante períodos secos y cuando exista un bajo contenido de humedad en el suelo, para prevenir procesos de compactación y erosión. Es muy recomendable que la preparación siga las curvas a nivel, elaborar terrazas cuando las pendientes son mayores al 20%, con objeto de lograr el mejor aprovechamiento del agua al interceptar su paso y permanecer más tiempo retenida en la línea de preparación (García *et al.*, 2005).

Cuando el terreno es plano, los suelos fértiles y hay poca maleza, la preparación consiste únicamente en la apertura de cepas. Sin embargo en otros casos es posible realizar una 'labranza' para prepara el terreno, la cual puede realizarse en forma manual, usando arado o tractor, o manejando la labranza mínima. La conveniencia de la labranza se determina por las características del 'cultivo', suelo y la abundancia de malezas. Sin embargo, debe tenerse cuidado, pues cuando la labranza se realiza de manera frecuente y excesiva, bajo condiciones de precipitación abundante y temperaturas elevadas; ocasiona el deterioro en suelos tropicales (Altieri, 1999).

Antes de la preparación del terreno, debe seleccionarse el diseño para el establecimiento de la parcela, el cuál se elige dependiendo de los objetivos



productivos, del tipo de terreno y de las especies utilizadas en el sistema agroforestal o plantación mixta. Dentro de los diseños, se incluyen los siguientes (Musalém, 1994) (Figura 49):

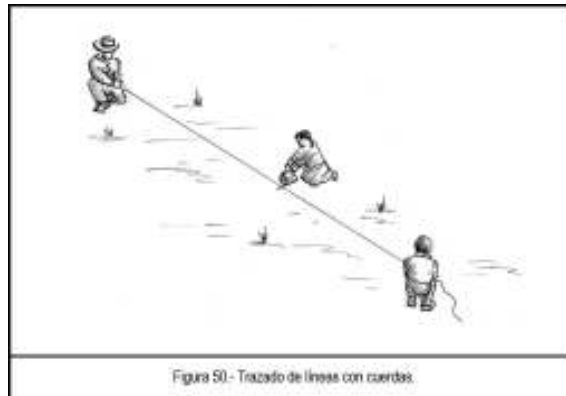
- ❖ cuadrado, en que la distancia entre plantas y surcos es igual.
- ❖ rectángulo, en el cual la distancia entre plantas es menor que entre surcos.
- ❖ tresbolillo, al plantar se forma un triángulo de tres lados iguales. Se recomienda para terrenos empinados que necesitan protección, además permite una mayor densidad y mejor cobertura del terreno.



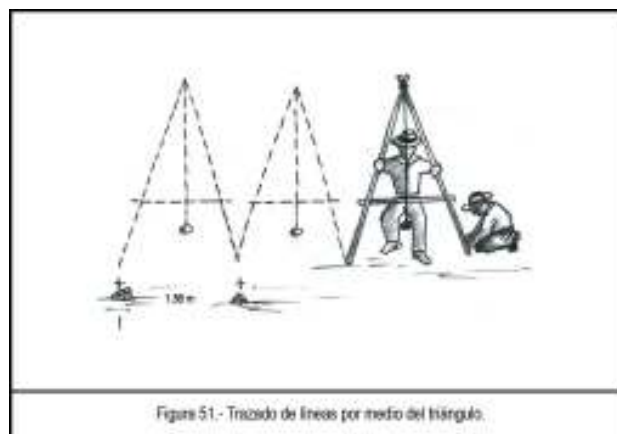
Para trazar estas líneas o diseños de plantación, se utilizan cuerdas marcadas y estacas de madera para facilitar la acción (Figura 84). Las curvas en contorno, en este trazo, siguen la configuración natural del terreno y se inician trazando una línea transversal a la pendiente, para lo cual se recomienda mayor distancia entre plantas que entre surcos. Para terrenos con pendientes pronunciadas, se elaboran curvas a nivel o terrazas, así las plantas de un surco quedan a un mismo nivel sobre la pendiente del terreno. Se recomienda combinar este trazo con el tresbolillo. Para el trazo de curvas a nivel y terrazas se usan diferentes métodos (López, 2004):

**Método con manguera:** Se requiere una manguera transparente o de color claro, llena de agua. Primero, se coloca uno de los extremos en el primer punto, marcándolo con una estaca. El otro extremo de la manguera se coloca en el siguiente punto de la curva o terraza (5-10 m), cuando el agua ya no se mueve en ambos extremos de la manguera se coloca una segunda estaca. De esta manera se van colocando los puntos y las estacas en la curva de nivel. Posteriormente se marca una segunda curva de nivel en forma paralela a la primera (3-5 m) dependiendo de la pendiente. Así se prosigue en la misma forma hasta completar el terreno y siguiendo la misma curvatura que el primero.

Método de cuerdas: Se aconseja utilizar dos cuerdas marcadas de forma diferente. Una, en que las marcas comiencen al principio de la cuerda y la otra donde las marcas comiencen a la mitad de la distancia de plantación entre árboles (Figura 50). Se ubican las cuerdas a través de la pendiente, comenzando por arriba. Es necesario asegurarse que los surcos sean paralelos entre si utilizando estacas. Se alinean, una con respecto de las otras, verificando que todas las estacas estén sobre el mismo eje. Es bueno dar curvatura a las cuerdas siguiendo las curvas a nivel.



Método del triángulo: consta de un triángulo de madera, en que dos de sus patas, descansan en el suelo (distancia entre patas de 1.5m) y del vértice pende una plomada. La vara horizontal debe estar a unos 30 cm del suelo. Para calibrarlo, se coloca en una parte aunque no sea plana y se marca con estacas los lugares donde se apoyan las patas. Se espera a que la plomada deje de balancearse y en el lugar donde se detenga, se hace una marca sobre la vara horizontal. Darle al aparato un giro de 180°C y dejar ese espacio libre para lograr una separación de 3 m entre plantas. Volver a girar, esperar que la plomada llegue a la marca de la vara horizontal y colocar ahí una marca en el suelo para realizar otra cepa (Figura 51).



## Elaboración de cepas

Antes de la excavación de cepas, debe cuidarse un aspecto muy importante, la separación entre árboles y su distribución dentro de la plantación. El espaciamiento influye sobre la tasa de crecimiento, la calidad de la madera, así como las prácticas de manejo y explotación y los costos de producción (López, 2004). La densidad de plantación, se expresa con el número de árboles plantados/ha, la distancia entre árboles y/o el espacio de crecimiento por árbol (m<sup>2</sup>). En la tabla 25 se muestran los espaciamientos más comúnmente empleados en actividades forestales.

Tabla 25. Ejemplos de espaciamientos utilizados en plantaciones forestales (Musálem y Solís, 2002).			

Para la excavación de cepas, en suelos de fácil apertura, deben considerarse las medidas de 30x30x30 cm, y aún un poco más para obtener un mejor desarrollo de raíces. En caso de suelos compactos en extremo deben primero aflojarse con un pico. Cuando los sitios de plantación coinciden con suelos arenosos y susceptibles a fuertes golpeteos del viento, se recomienda plantar sin abrir cepas muy grandes. Es suficiente tan solo enterrar la pala, hacer palanca y abrir una cepa no ancha, pero sí profunda para proseguir con los procedimientos de plantación normales (López, 2004).

La excavación de cepas debe hacerse en época de secas, evitar la inundación de las mismas y además permitir la aireación de las paredes de la cepa y del suelo. Esto ayuda a prevenir plagas y enfermedades. La forma de hacer las cepas consiste en abrir hoyos de dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En suelos muy compactados, se puede auxiliar con pico o barreta. La tierra superficial removida, se coloca a un costado de la cepa (la tierra superficial es la que contiene mayor cantidad de materia orgánica y restos de vegetación) mientras la tierra profunda se coloca en otro lado. Una vez terminada la cepa, la tierra superficial apartada se colocará al fondo de la cepa, la otra parte de la tierra se mezcla con abono orgánico y con ésta se tapa la cepa una vez colocada la plántula (Figura 52) (Arriaga, et al., 1994; López, 2004).



Figura 52.- Preparación de las cepas (Saiz, 2004).

Existe otra opción aparte de la cepa común y ésta se denomina “a pico de pala”. Se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para el establecimiento de plántulas y no requiere preparar mayor espacio de terreno para introducir la plántula. Generalmente, estas condiciones se observan en bosques con arbolado ralo y que aun conservan en buen estado el estrato herbáceo. Este método, consiste en abrir en el suelo, el espacio suficiente para introducir la plántula por medio de una pala recta, talacho o pala de espada. Con la pala recta de punta, se hace el hueco hendiéndola y palanqueándola hacia abajo. Con el talacho se entierra y palanquea hacia arriba y en el caso de la pala espada, ésta se introduce por completo en el suelo de un solo golpe, apoyándose en su pedal e imprimiéndole un movimiento de vaivén rápido, hasta dejar un espacio suficiente para introducir la plántula (Figura 53). El trasplante se realiza en cuanto el hoyo este listo (Arriaga, et al., 1994).

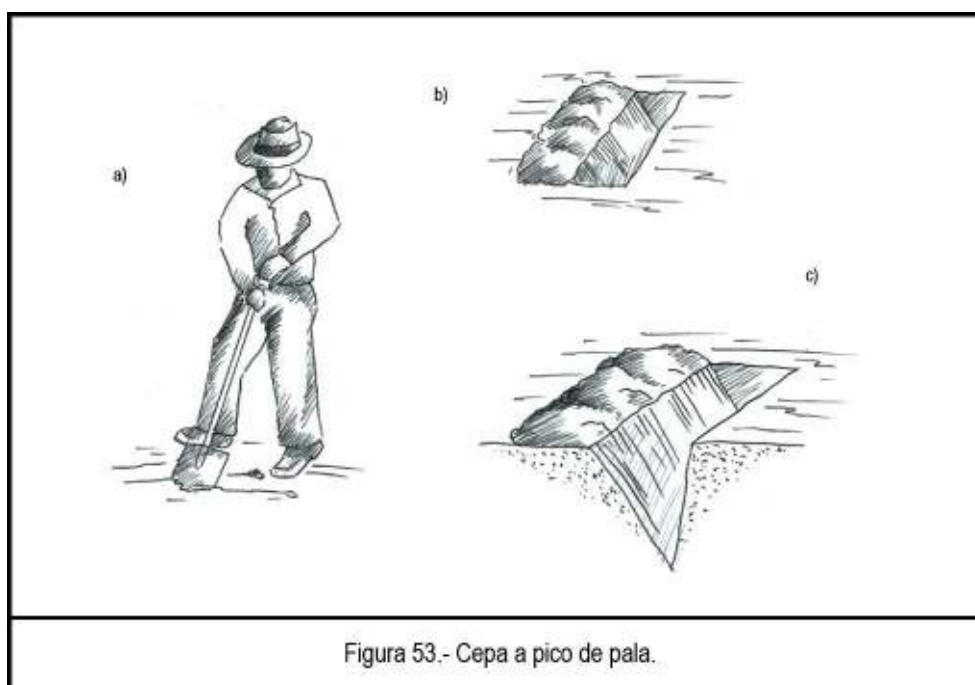


Figura 53.- Cepa a pico de pala.

Este método tiene la ventaja de ser económico y rápido. Permite que un solo hombre realice la operación de abrir el hueco, introducir la plántula, tapar el hoyo y apisonar la tierra con el pie para lograr un buen contacto entre raíz y sustrato (Arriaga, et.al., 1994).

### Transporte y sembrado

Cuando las cepas están listas, se procede al transporte de las plántulas. Este último, se hace con mucho cuidado pues al realizarse de manera inadecuada baja el prendimiento de las mismas. Si las plantas a trasladar están contenidas en bolsas de plástico, se sugiere hacerlo de la siguiente manera, dependiendo de las condiciones del terreno y de los costos (Arriaga, et al., 1994):

- ❖ Con ayuda de camiones o camionetas. Al acomodar las plantas en el camión se cuida que los envases sean de las mismas dimensiones y se puedan estibar las plántulas sin lastimarse (no más de dos niveles). Debe evitarse en la mayor medida posible que las plántulas se muevan, acomodarlas de manera que ocupen toda la superficie de carga de la camioneta o bien ayudándose con cuerdas.
- ❖ Con animales de carga. Se sugiere usar cajas de madera o huacales, en donde se acomoden las plantas, cuidando ajustarlas para que no se muevan. No poner otra capa de plantas, a menos que los recipientes sean pequeños y cuidando no maltratar los tallos y hojas de las que estén abajo. La carga debe quedar bien sujeta y nivelada de ambos lados del animal, para disminuir el riesgo de llegar a voltearse.
- ❖ Por personas. Se usan cajas, huacales e incluso ayates, sólo cuidando que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible. Es costeable cuando las dimensiones de las bolsas y el tamaño de las plántulas es pequeño.
- ❖ Si las plantas se transportan a raíz desnuda, debe tenerse mayor cuidado pues estas van sin cepellón. Para evitar su desecación, conviene exponerlas el menor tiempo posible a los efectos del aire y el sol. Una opción es mantenerlas en medio húmedo hasta su trasplante; ya sea trasladando las plantas en recipientes con sustrato húmedo en el que se introducen las raíces.

Al llegar al lugar de establecimiento, se coloca la plántula dentro de la cepa bien derecha y en su centro. Con la otra mano, se rellena muy bien el hoyo, cuidando que la distribución de la tierra sea uniforme, se rellena hasta un poco por encima del terreno, para que al apisonarla quede al nivel del terreno. Se pisa fuerte alrededor de la plántula, asegurando no dejar huecos de aire (Arriaga, et al., 1994) (Figura 54).





El trasplante debe hacerse lo más rápido posible, de preferencia en un día nublado o manteniendo las plantas bajo sombra y con un poco de riego. Entre una serie de precauciones importantes figuran no dejar plántulas al sol, ni plantas sin quitarles la bolsa, evitar plantar poco profundo, no dejar a la planta inclinada dentro de la cepa, evitar doblar raíces, no plantar sobre piedras o rocas y tampoco dejar bolsas de aire en el área radicular (Figura 55) (Arriaga, et al., 1994).



En caso de una plantación a raíz desnuda, deben mantenerse el cuello de la plántula al nivel de la superficie del suelo, las raíces deben mantener su disposición natural. Para el trasplante se coloca la plántula dentro de la cepa, cuidando mucho que las raíces no queden dobladas y que la raíz principal esté recta. Se mantiene la plántula en posición vertical, tomándola por el cuello y luego

se sacude ligeramente. Inmediatamente, se procede a rellenar la cepa con la tierra, se apisona la tierra vigilando que el cuello de la plántula se mantenga a la altura correcta. Se puede realizar una zanja circular o cajete alrededor de la plántula para recoger el agua de lluvia (Arriaga, et al., 1994). Por diversas causas, durante el primer año de plantación ocurren muertes de plantas. Por tanto, es necesario reponerlas, más o menos al año de plantación. Si las pérdidas varían del 10 al 20% su reposición debe realizarse forzosamente dentro del periodo de lluvias y de ser posible en el mismo año de establecimiento de la plantación. En caso de no ser posible, se replanta al siguiente año (Arriaga et al., 1994).

### Protección de la plantación, evaluación y mantenimiento

En la fase inicial es importante restringir el acceso al ganado, para evitar que se coman las plántulas y/o las pisoteen. Por ello debe establecerse una cerca de púas o un vallado, o bien colocar cercas vivas a base de especies diferentes a la plantación, de preferencia aromáticas o con alguna propiedad tipo repelente (López, 2004). Debe asegurarse que el cercado permita el manejo de la plantación, es decir dejar un amplio espacio para el acceso y labores dentro de este. Procurar estar al pendiente de plagas presentes en las parcelas y controlarlas de preferencia con labores culturales, como detección oportuna o con algún controlador biológico, de los mencionados en capítulos anteriores (López, 2004).

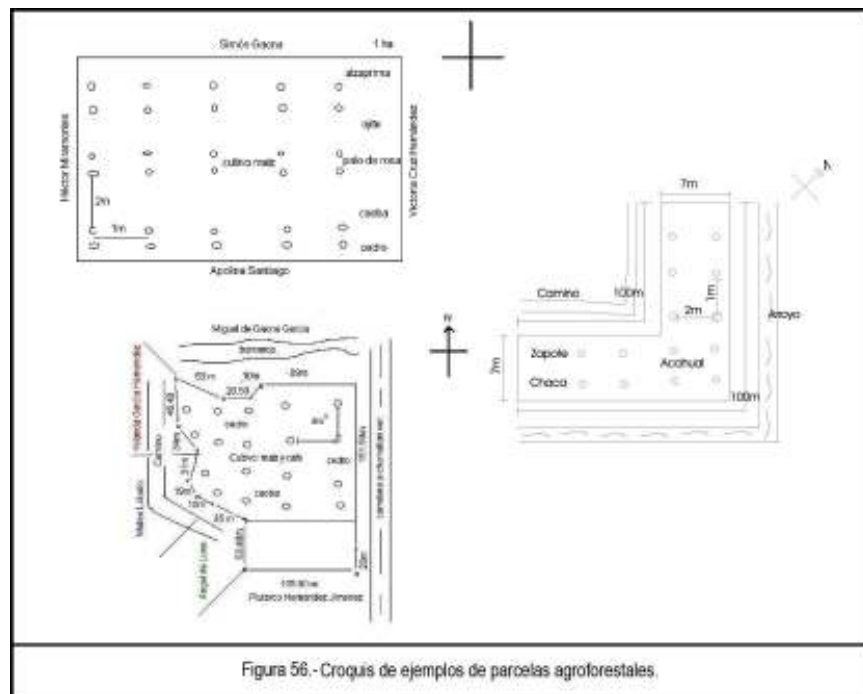
Una vez establecida la parcela, debe practicarse cierto mantenimiento, consistente en desyerbar el terreno, a fin de evitar la competencia entre plantas y malezas por luz, agua y nutrientes. Esto, solo se recomienda alrededor de las plantas dejando que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo. Lo anterior debe hacerse cuantas veces sea necesario, dependiendo de la rapidez con que las malezas crezcan en cada lugar y hasta que las plantas alcancen un tamaño suficiente para librar la competencia por luz. Una opción para reducir el número de deshierbes, consiste en colocar la materia vegetal producida en los deshierbes, sobre la base de las plantas. Con esto, se forma una capa densa que impide el desarrollo de malezas, además proporciona nutrientes a la planta y capta humedad (López, 2004). Dentro del mantenimiento se realizan actividades de poda, una práctica silvícola consistente en eliminar ramas vivas o muertas, bajas y mal formadas. Tanto los nutrientes como el agua absorbida, se distribuyen hacia las partes altas para fomentar al crecimiento, mejorar la calidad de las trozas e incrementar la homogeneidad de los árboles (Musalem y Solís, 2002). Las podas, muestran además una función muy importante al sincronizar el sistema y acelerar el flujo de circulación de materia orgánica dentro del sistema.

### ***Parcelas demostrativas-experimentales en la zona Totonaca***

A continuación, se presenta un ejemplo del establecimiento y monitoreo de parcelas demostrativas-experimentales, con fines de restauración ecológica, realizado en la zona totonaca. El objetivo con fines demostrativos de estas

parcelas consiste en la participación de un grupo de campesinos en el diagnóstico, diseño, capacitación, establecimiento y seguimiento de parcelas agroforestales de restauración ecológica. El objetivo de la investigación experimental, fue la evaluación de la supervivencia y crecimiento de 12 especies nativas establecidas en 7 parcelas diferentes de restauración ecológica, bajo diferentes prácticas de manejo en tres municipios de la región de la Sierra Totonaca, Veracruz. Las especies sembradas fueron Alzaprima (*Carpodiptera ameliae*), Bambú (*Guadua angustifolia*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Chaca (*Bursera simaruba*), Maicillo (*Pleuranthodendron lindenii*), Ojite (*Brosimum alicastrum*), Palo de rosa (*Tabebuia rosea*), Sauce (*Salix humboldtiana*), Zapote mamey (*Pouteria sapota*) y Zapote reventador (*Pachira aquatica*).

Estas parcelas se diseñaron en colaboración con los dueños de los predios, en función de objetivos productivos y ecológicos. Lo anterior responde al interés por parte de los propietarios y de los asesores técnicos, así como a la disponibilidad de semillas y plántulas. Las parcelas constituyen un ejemplo práctico sobre la forma en que pueden establecerse: parcelas de campo tanto para un seguimiento técnico, como para un trabajo de desarrollo comunitario. Estas constituyen parte de las investigaciones que el Centro de Investigaciones Tropicales y el Programa de Acción Tropical A.C. llevan a cabo en la sierra de Papantla (Juarez, 2008; Vergara, 2007). En la figura 56, se presentan croquis de tres parcelas agroforestales en donde se aprecia la distribución de las plantas introducidas y los cultivos asociados.





La identificación y caracterización de las diferentes prácticas de manejo de cada parcela, permitió evaluar las más importantes: a) colecta de semillas, b) germinación en viveros, c) transporte, c) plantación, d) limpieza, e) fertilización y f) control de plagas y enfermedades. Estas actividades determinan en gran proporción el éxito de las plantaciones. El proceso de establecimiento de las especies utilizadas, fue diferente en las 7 parcelas, ya que dependió de las condiciones topográficas, del suelo, vegetación existente, disponibilidad de plántulas, época del año, esquema de siembra y diferente nivel de competencia y capacitación de los productores. Lo anterior se reflejó en la supervivencia y el crecimiento de las plántulas durante el periodo de seguimiento de las parcelas (24 meses). En general, el esquema de siembra y las acciones de mantenimiento, aumentan la supervivencia e influye positivamente en el crecimiento de las especies; la falta de riego, la competencia con enredaderas y las plagas-enfermedades fueron los factores que más influyeron, en forma negativa, en la supervivencia y crecimiento de la mayoría de las especies. Las especies con mayor supervivencia (63-77 %) y por lo tanto más resistentes a las condiciones locales son: *T. rosea*, *C. odorata*. Otras presentaron supervivencias del 33 al 62 %, *S. macrophylla*, *P. lindenii*, *P. spota*, el resto presentaron sobrevivencias menores al 27% y algunas no resistieron la sequía *S. humboldtiana*, *G. angustifolia*. Las especies que tuvieron un mayor crecimiento, en el periodo estudiado (1.7-2.4 m), fueron: *B. simaruba*, *C. pentandra*, *P. spota*, y *T. rosea*. Algunas especies muestran crecimientos medios (1.3-1.6 m): *S. macrophylla*, *P. lindenii*, *P. acuatica* y *C. odorata*. Otras tienen crecimientos menores a los 70 cm, como *B. alicastrum* y *C. ameliae*. Este tipo de estudios nos permite establecer los requerimientos y limitantes de las especies a las condiciones de crecimiento locales y a la tecnología de manejo disponible, con ello se pueden escoger las especies más adecuadas.

La integración de la producción forestal con la siembra de cultivos básicos y frutales es una alternativa productiva atractiva para los campesinos y productores rurales, además de detener la deforestación y promover la conservación de la biodiversidad. En este tipo de parcelas es indispensable la participación de los campesinos bajo un enfoque colaborativo y productivo, que pueden potencializar la producción. Sin embargo, el financiamiento, la capacitación y la asistencia técnica adicional puede ser limitante para el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales y plantaciones mixtas con fines productivos-demostrativos-experimentales.

## Capítulo 6: Aspectos botánicos y técnicos de especies forestales

### *Especies forestales tropicales*

En capítulos anteriores se ha hablado de la necesidad de generar información sobre el manejo y reproducción de especies forestales nativas. Este conocimiento debe abarcar desde las condiciones de propagación de las especies, hasta sus características físicas tales como: la descripción de los árboles, el fuste, la copa, las ramas, los tiempos de floración y de fructificación; además de los tipos de semillas, frutos y sus posibles usos. Por tanto, en este capítulo se presentan fichas con información botánica y técnica de 19 especies forestales de la zona totonaca. Estas especies se han investigado bajo el auspicio del proyecto "Restauración Ecológica campesina en cinco ejidos de la zona totonaca, mediante actividades de agroforestería". CONAFOR-CONACyT N0.2002-co1-6107 y el proyecto "Establecimiento de un módulo experimental en viveros con especies riparias nativas, para la protección de áreas ribereñas erosionadas en la Sierra totonaca". CONAFOR-CONACyT No.2003-C03-10268 en el Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana.

Las fichas contienen los siguientes datos:

- ❖ Nombre científico de la especie y de la persona que las identificó por primera vez nomenclatura que incluye familia género y especie
- ❖ Sinonimia del nombre científico
- ❖ Nombres comunes incluyendo los de las lenguas nativas
- ❖ Descripción botánicas
- ❖ Distribución
- ❖ Usos
- ❖ Germinación y fisiología

Las especies descritas son:

*Brosimum alicastrum* Swartz.  
*Bursera simaruba* (L.) Sarg.  
*Carpodiptera ameliae* Lundell.  
*Castilla elastica* subsp. *elastica* C.C. Berg.  
*Cedrela odorata* L.  
*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.  
*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose.  
*Diospyros digyna* Jacq.  
*Glicicidia sepium* (Jacq.) Kunth.  
*Guarea glabra* Vahl.

*Guazuma ulmifolia* Lam.  
*Inga vera* Willd  
*Pachira aquatica* Aubl.  
*Pimenta dioica* (L.) Merr.  
*Pleuranthodendron lindenii* (Turcz.) Sleumer.  
*Salix bonplandiana* Kunth.  
*Spondias mombin* L.  
*Spondias purpurea* L.  
*Swietenia macrophylla* King

## Capítulo 6: Aspectos botánicos y técnicos de especies forestales

### *Especies forestales tropicales*

En capítulos anteriores se ha hablado de la necesidad de generar información sobre el manejo y reproducción de especies forestales nativas. Este conocimiento debe abarcar desde las condiciones de propagación de las especies, hasta sus características físicas tales como: la descripción de los árboles, el fuste, la copa, las ramas, los tiempos de floración y de fructificación; además de los tipos de semillas, frutos y sus posibles usos. Por tanto, en este capítulo se presentan fichas con información botánica y técnica de 19 especies forestales de la zona totonaca. Estas especies se han investigado bajo el auspicio del proyecto "Restauración Ecológica campesina en cinco ejidos de la zona totonaca, mediante actividades de agroforestería". CONAFOR-CONACyT N0.2002-co1-6107 y el proyecto "Establecimiento de un módulo experimental en viveros con especies riparias nativas, para la protección de áreas ribereñas erosionadas en la Sierra totonaca". CONAFOR-CONACyT No.2003-C03-10268 en el Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana.

Las fichas contienen los siguientes datos:

- ❖ Nombre científico de la especie y de la persona que las identificó por primera vez nomenclatura que incluye familia género y especie
- ❖ Sinonimia del nombre científico
- ❖ Nombres comunes incluyendo los de las lenguas nativas
- ❖ Descripción botánicas
- ❖ Distribución
- ❖ Usos
- ❖ Germinación y fisiología

Las especies descritas son:

*Brosimum alicastrum* Swartz.  
*Bursera simaruba* (L.) Sarg.  
*Carpodiptera ameliae* Lundell.  
*Castilla elastica* subsp. *elastica* C.C. Berg.  
*Cedrela odorata* L.  
*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.  
*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose.  
*Diospyros digyna* Jacq.  
*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth.  
*Guarea glabra* Vahl.

*Guazuma ulmifolia* Lam.  
*Inga vera* Willd  
*Pachira aquatica* Aubl.  
*Pimenta dioica* (L.) Merr.  
*Pleuranthodendron lindenii* (Turcz.) Sleumer.  
*Salix bonplandiana* Kunth.  
*Spondias mombin* L.  
*Spondias purpurea* L.  
*Swietenia macrophylla* King

*Brosimum alicastrum* Swartz

Taxonomía	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz, publicado en Prodr.Veg.Ind.Occ.12.1788, nom.Conserv.; Pitter, Contr.U.S. Nat. Herb. 20:96. 1918; Berg.Flora Neotropica Monogr. 7:161.1972.



Figura 57.- Árbol de *Brosimum alicastrum* (Niembro 2004).



Figura 58.- Fuste de *Brosimum alicastrum* (Niembro 2004).

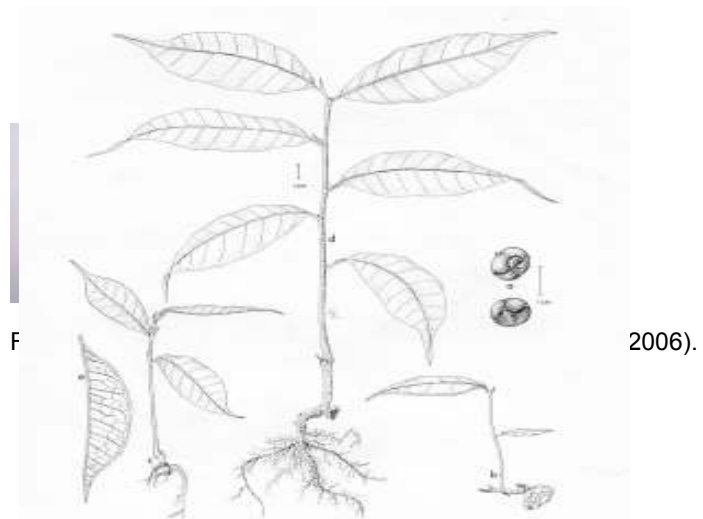


Figura 60.- b) Plántula y c y d) estados juveniles de *Brosimum alicastrum* (del Amo, 1979).

***Bursera simaruba* (L) Sarg.**

Taxonomía	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890). Publicado en: Garden & Forest 3: 260. 1890.



Figura 61 a y b. Árbol y hojas de *Bursera simaruba* (PROAFT, 2006).

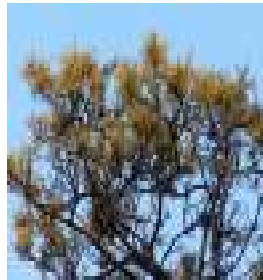


Figura 62.- Flores (Niembro 2004) y flores en árbol (PROAFT, 2006) de *Bursera simaruba*.



Figura 63.- Frutos de *Bursera simaruba* (Niembro, 2004)

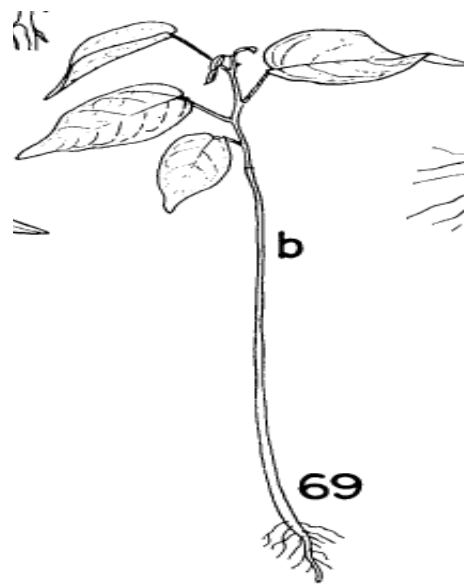


Figura 64.- Plántula *Bursera simaruba* (Duke, 1965)





***Carpodiptera ameliae* Lundell**

Taxonomía	<i>Carpodiptera ameliae</i> Lundell, Publicado en Field + Lab. Contr. S. Meth. Univ. 6:13. 1937.



Figura 65. Plántula *Carpodiptera ameliae* (PROAFT, 2008)



Figura 66. Semillas de *Carpodiptera ameliae* (PROAFT, 2006).

***Castilla elastica* C.C. Berg**

Taxonomía	<i>Castilla elastica</i> subsp. <i>elastica</i> C.C. Berg. (1972, Citado en: Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden (Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru).



Figura 67. Hojas de *Castilla elastica* (PROAF 2006)



Figura 68. Hojas de *Castilla elastica* (PROAF 2006)



Figura 69. Semillas de *Castilla elastica* (PROAF 2006)

***Cedrela odorata* L.**

Taxonomía	<i>Cedrela odorata</i> L. (1759). Publicado en: Systema Naturae, Editio 10: 940. 1759.



Figura 70.- Árbol (PROAFT, 2006) y hoja (Niembro, 2004) de *Cedrela odorata*

Figura 71.- Flores de *Cedrela odorata* (Niembro, 2004).



Figura 72 a y b .- Fruto y semilla de *Cedrela odorata* (Niembro, 2004)

***Ceiba pentandra* (L.) Gaerth**

Taxonomía	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth. (1791), publicado en: De Fructibus et Seminibus Plantarum. . 2: 244. 1791.



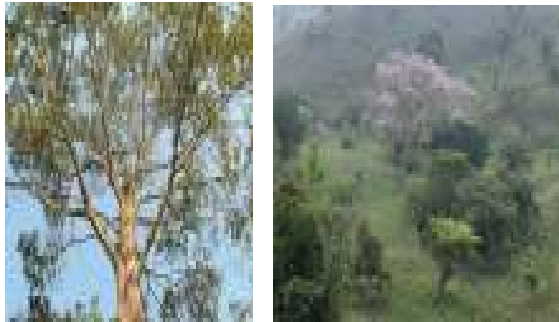



Figura 73.- Árbol de *Ceiba pentandra* (PROAFT, 2006)

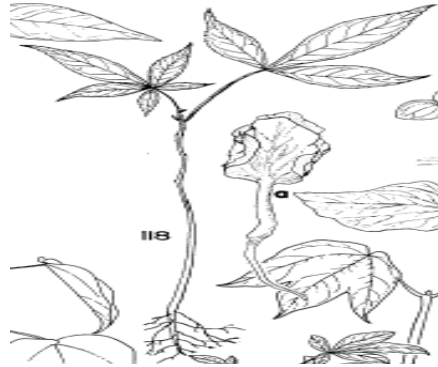


Figura 75.- Plántula de *Ceiba pentandra* (Duke, 1965)



Figura 74 a y b .-Hoja (PROAFT 2008) y fruto de *Ceiba pentandra* al tiempo de la dispersión de semillas (Niembro, 2004)



Figura 76.- Semillas de *Ceiba pentandra* (PROAFT, 2006)

***Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose**

Taxonomía	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose, publicado en J.N..1928.N.Amer.Fl.23 (1):1-76.



Figura 77. Hojas de *Cojoba arborea* (PROAFT, 2006)



Figura 78. Semillas de *Cojoba arborea* (PROAFT, 2006)

***Diospyros digyna* Jacq.**

Taxonomía	<i>Diospyros digyna</i> Jacq. Publicado en <i>Plantarum Rariorum Hortae Caesareae Schoenbrunnensis</i> 3:35, t.313.1798.



Figura 77.-Semillas de *Diospyros digyna* (PROAFT, 2006)

***Gliricidia sepium (jacq.) Steud***

Taxonomía	Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. ex Walp. (1842). Publicado en: Repertorium Botanices Systematicae. 1(4): 679. 1842.



Figura 78. Arbol de *Gliricidia sepium* (PROAF 2006)



***Guarea glabra* Vahl**

Taxonomía	<i>Guarea glabra</i> Vahl. Publicado en Vahl.Eclog.Am. 3:8.1807; C. De Candolle in A. & C de Candolle, Monogr. Phan. 1:563.1878.

***Guazuma ulmifolia* Lam.**

Taxonomía	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.; Publicado en: Encyclopédie Méthodique, Botanique 3: 52. 1789.




Figura 79.- Hojas de *Guazuma ulmifolia* (PROAFT, 2006)

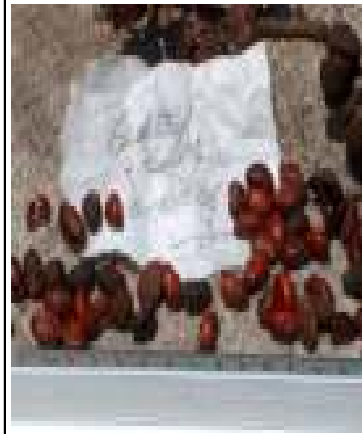


Figura 80.- Semillas de *Guazuma ulmifolia* (PROAFT, 2006)

***Inga vera Willd***

Taxonomía	<i>Inga vera</i> Willd. (1806). Publicado en: Species Plantarum. Editio quarta 4(2): 1010-1011. 1806.



Figura 81.- Árbol de *Inga vera* (PROAFT, 2008).



Figura 82.- Hojas de *Inga vera* (PROAFT, 2008)



Figura 63.- Flores de *Inga vera* (Niembro, 2004)



Figura 84.- Frutos de *Inga vera* (Niembro, 2004)



Figura 85.- Plántula de *Inga vera* (Duke, 1965)

***Pachira aquatica* Aubl.**

Taxonomía	<i>Pachira aquatica</i> Aubl. Publicado en Hist.Pl.Guiane Francoise 2:726.1775.



Figura 86.- Árbol de *Pachira aquatica* (PROAFT, 2006)



Figura 87.- Flores *Pachira aquatica* (Niembro, 2004)



Figura 88.- Raíz de *Pachira aquatica* (PROAFT, 2006)

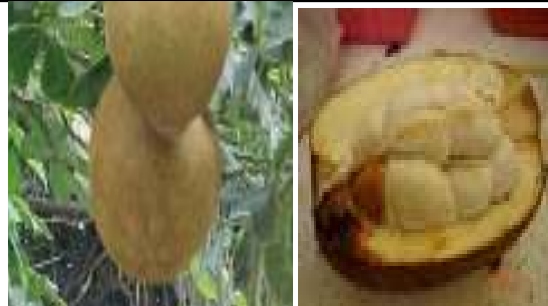


Figura 89ayb.- Fruto y semillas de *Pachira aquatica* (PROAFT, 2006)



***Pimenta dioica* (L.) Merr.**

Taxonomía	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr. Publicado en: Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 165:37, f.1.1947.



Figura 90.- Tronco de *Pimenta dioica* (PROAFT, 2006).



Figura 91.- Hojas de *Pimenta dioica* (PROAFT, 2006).



Figura 92.- Frutos de *Pimenta dioica* (PROAFT, 2006).





Figura 93. Plántula de *Pleuranthodendron lindenii* (PROAFT 2008)



Figura 94. Hojas de *Pleuranthodendron lindenii* (PROAFT 2008)



Figura 95. Semillas de *Pleuranthodendron lindenii* (PROAFT 2004)

***Salix bonplandiana* Kunth**

Taxonomía	Salix bonplandiana Kunth (1817). Publicado en: Nova Genera et Species Plantarum 2: 20, pl. 101. 1817.

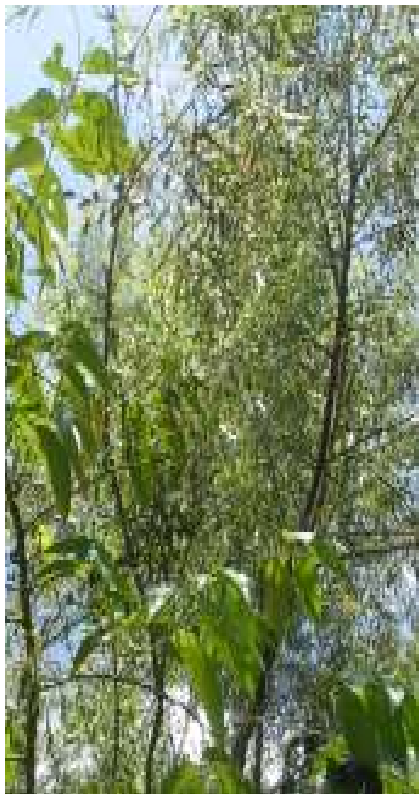


Figura 96. Árbol de *Salix bonplandiana* (PROAFT 2006)



Figura 97. Fruto y semillas de *Salix bonplandiana* (PROAFT 2006)



Figura 98. Semillas de *Salix bonplandiana* (PROAFT 2006)

***Spondias mombin L.***

Taxonomía	Spondias mombin L.



Figura 99. Plántula de *Salix bonplandiana* (PROAFT 2008)



***Spondias purpurea* L.**

Taxonomía	Spondias purpurea L. (1762). Publicado en: Species Plantarum, Edition 2: 613. 1762.

***Swietenia macrophylla* King**

Taxonomía	Swietenia macrophylla King (1886). Publicado en: Icones Plantarum Indiae Orientalis ser. 3, 6: pl. 1550. 1886.





Figura 100.- Árbol de *Swietenia macrophylla* (Niembro, 2004).



Figura 102.- Frutos de *Swietenia macrophylla* (Niembro, 2004)



Figura 101.- Hojas de *Swietenia macrophylla*(Niembro, 2004).



Figura 103.- Semillas de *Swietenia macrophylla* (Niembro, 2004)



## Literatura citada

AGUILAR C., J. M. y M. A. AGUILAR CUMES. 1992. Árboles de la Biosfera Maya Petén. Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 272 p.

ALBA L., J. 1989. Selección de árboles para colecta de germoplasma forestal. Notas Internas del Centro de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 20 p.

ALBA L., J. 1993. Manejo de semillas forestales. Centro de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Ed. Graphos. 64 p.

ALLISON, C.J. y JR. 1974. Design considerations for the RL single cell system. En: Tinus, R.W.; Stein, W.I.; Balmer, W.E. Proceedings, North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium; 1974 August 26-29; Denver, CO. Publ. 68. Great Plains Agricultural Council, 1974:233-236.

ALTIERI, M. A. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan Comunidad. Montevideo. 338 p.

ALVARADO, C.R., C.A. ALVARADO y O.O. MENDOZA. 2003. Ceiba pentandra (L.) Gaerth. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America. Pp 394-396.

AMO, R. S. del. 1979. Clave para plántulas y estados juveniles de especies primarias de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. Biotica 4(2):59-108.

AMO R., S. del y J.M. RAMOS P. 2001. Manual de manejo de vegetación secundaria tropical. Manuscrito documento interno del Programa de Acción Forestal A. C. 50 p.

AMO R. S. del, M. C. Vergara, J. Ramos, y L. Porter B. 2008. Community Landscape Planning for Rural Areas: A Model for Biocultural Resource Management. Journal of Society & Natural Resources EN PRENSA.

ÁRBOLES ORNAMENTALES, 2006. [www.arbolesornamentales.com/Pachiraaquatica.htm](http://www.arbolesornamentales.com/Pachiraaquatica.htm). Consultado en enero 2006.

ARRIAGA V., V. CERVANTES y A. VARGAS-MENA 1994. Manual de reforestación con especies nativas. Sedesol. UNAM. Facultad de ciencias. México. 219 p.

BAINBRIDGE, D.A. 1995. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. USDA Forest Service. General Technical Report: 99-115.

BENÍTEZ, G., Ma. T. P. PULIDO-SALAS y M. EQUIHUA. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C., SIGOLFO, CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México. 288 p.

BIOTRITON, 2006. [www.biotr-ton.cl](http://www.biotr-ton.cl). Consultado en enero 2006.

BOODLEY, J.W. 1981. The Commercial Greenhouse. Albany, NY: Delmar Publishers. 568 p.

Brunig, E.F. y Sander, N. 1983. Ecosystem structure and functioning: Some interactions of relevance to agroforestry. In: Huxley, P.A. (Ed.). Plant research and agroforestry. ICRAF, Kenya. Pp. 221-248.

Budowski, G. 1994. El alcance y potencial de la agroforestería con énfasis en Centroamérica. En: Krishnamurthy, L. y Leos-Rodríguez, J.A. (Eds.). Agroforestería en desarrollo. UACH, México. Pp. 1-16.

CAMACHO M., E. 1994. Dormición de semillas, causas y tratamientos. Ed. Trillas. México. 125 p.

CASTAÑO, F y R.D. MORENO. 2004. Guadua para todos, cultivo y aprovechamiento. CARDER, GTZ, Cortoclima, Corpocaldas, CUC, CRQ, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 188 p.

CATIE. 1986. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios Tropicales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, San José, Costa Rica. 818 p.

CONABIO. 2006. [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx). Consultado en febrero 2006.

CONAFOR. 2006. [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx). Consultado en enero 2006.

CROMWELL, E., A. BRODIE y A. SOUTHERN. 1996. Germoplasma para árboles de usos múltiple: acceso y utilidad en comunidades de pequeñas explotaciones agrícolas. Ed. Overseas Development Institute. Londres. 107 p.

DUKE, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. Annals of the Missouri Botanical Garden, Vol. 52, No. 3. Ed. Missouri Botanical Garden Press.

FAO-DANIDA. 1985. A guide to forest seed handling paper. FAO/ROME. Paper 20/2.

FARRELL, J. G. y M.A. ALTIERI. 1999. Sistemas Agroforestales. Boletín agroecológico No.57. Ed. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo. Lima, Perú. <http://www.ciedperu.org/bae/nbae.htm>. Consultado en diciembre 2005.

FIDAMERICA. 2003. Proceso de establecimiento y manejo de la parcela demostrativa para la transferencia de tecnología de cultivo hortícola bajo riego, entre pequeños/as productores/as de ARLA. Ministerio de agricultura y ganadería. Proyecto de desarrollo rural en la región central prodap-II. Guacotecti, Cabañas, El Salvador. <http://www.fidamerica.cl/seccion.php?seccion=226>. Consultado en marzo 2006.

FLORES, E.M. 2003. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 489-492.

GARCÍA R.E, A. SOTOMAYOR, S. SILVIA y G. VALDE-BENITO. 2005. Establecimiento de plantaciones forestales: Eucalyptus sp. Instituto Forestal. Fondo de Desarrollo e Innovación. 30 p.

GARCÍA V.F. 1992. Establecimiento del vivero forestal Santiago Cuautenco Municipio de Amecameca, Estado de México. Tesis licenciatura Departamento de Bosques. División de Ciencias Forestales. Universidad de Chapingo. México. 77 p.

GLIESSMAN, S.R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible, Turrialba, C.R. CATIE. 359 p.

GONZÁLEZ de COSÍO, M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Porrúa. México 305 p.

GUTIÉRREZ C., L y J. DORANTES LÓPEZ. 2004. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. Potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, como opción para establecer Plantaciones Forestales Comerciales, 2003-2004. CONAFOR-CONACYT-UV. 378 p.

GUTIÉRREZ V., B.A. ACEVEDO, C. BUSTAMANTE, G. AMPARO, C.J. ESCOBAR, A. NAVAS y J. PLAZA. 1999. Plan de investigación y desarrollo tecnológico en sistemas agroforestales. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Gutierrz.htm>. Consultado en junio 2005.

HAHN, P.F. 1982. Practical guidelines for developing containerized nursery programs. In: Guldin, R.W.; Barnett, J.P., eds. Proceedings of the Southern Containerized Forest Tree Seedlings Conference; 1981 August 25-27; Savannah, GA. Gen. Tech. Rep. SO-37. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station: 97-100.

HARTMAN, H.T.; D.E. KESTER y F.T. DAVIES, JR. 1990. Plant Propagation. Principles Practices. Fifth edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood, Cliffs, New Jersey. 647 p.

HAYMAN, D.S. 1982. Influence of soils and fertility on activity of vesicular-arbuscular Mycorrhizal fungi. Phytopathol. 72:1119-1125.



HERRERA A. y Z. LANUZA. 1996. Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 p.

HONG, T. D. y R. H. ELLIS. 2003. Storage. En: Tropical Tree seed manual. Editor J.A. Vozzo. United States Department of Agriculture Forest Service: 25-136.

Huxley, P.A. 1983. Comments on agroforestry classifications: with special reference to plant aspects. En: Huxley, P.A. (Ed.). Plant research and agroforestry. ICRAF, Kenya. Pp. 161-172.

INFOAGRO. 2005. [www.infoagro.com/abonos/compostaje](http://www.infoagro.com/abonos/compostaje). Consultado en diciembre 2005.

INFOJARDÍN. 2005. [www.infojardin.com/articulos/plaga-enfermedad-curativos.htm](http://www.infojardin.com/articulos/plaga-enfermedad-curativos.htm). Consultado en diciembre 2005.

INIFAP. 1994. Semillas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, División Forestal. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Ed. INIFAP CENID-COMEF, México. 137 p.

ISTA. 2003. International rules for seed testing. Published. International Seed Testing Association. P.O. BOX 308, 8303. Bassersdorff, CH-Switzerland.

JUÁREZ, S.M. 2008. Supervivencia y crecimiento de especies nativas en parcelas de restauración ecológica en la Sierra Totonaca, Veracruz. Tesis de licenciatura: Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

KRAMER, P.J. 1983. Water relations of plants. NY Academic Press. 489 p.

KRISHNAMURTHY, L. y Uribe, M.G. 2002. Tecnologías agroforestales para el desarrollo rural sustentable. PNUMA-SEMARNAT, México. Pp. 361-388.

LANDIS, R.W., TINUS, S. McDONALD y J. BARNETT. 1994. The container tree Nursery manual. Ed. FSDA. Agriculture Handbook. Washington, D.C. Department of Agriculture, Forest Service. 188 p.

LITTLE, E.L. y F.H. WADSWORTH. 1964. Common trees of Puerto Rico and Virgin Islands. Agric. Handbook No. 249. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C. 548 p.

LÓPEZ S.E. 2004. Manual para el diseño, establecimiento y manejo de los principales sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, en la región de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Maestría en Ciencias Forestales.

Universidad Autónoma Chapingo, División Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 256 p.

MEDELLÍN M., S. 2000. Diamapúkchoco. Plan comunitario de manejo de recursos naturales del ejido Plan de Hidalgo, Municipio de Papantla, Veracruz (Totonacapan). Documento interno de Programa de Acción Forestal A.C. 60 p.

MIZRAHI, A. P., Ramos, P. J. y Jiménez-Osornio, J. J. 1997. Composition, Structure and Management Potential of Secondary Vegetation in a Dry Tropical Forest. *Forest Ecology and Management*, 94: 79-88.

MUSÁLEM M.A. y M.A. SOLÍS P. 2000. Monografía de *Pinus hartwegii*. INIFAP. México. 71 p.

MUSÁLEM, M.A. 1994. La asociación del cafetal con árboles una combinación promisorio para los trópicos de México. *Boletín Técnico del Programa de Acción Forestal Tropical de México*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. SARH. Coyoacán, D.F: 7-9.

NAIR, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. Working paper No. 28. Nairobi, Kenya. ICRAF. 52 p.

NAPIER, I. 1985. Técnicas de viveros forestales, conferencia especial a Centroamérica. Siguatepeque, Honduras: ESNACIFOR. 291 p.

NAVARRETE-TINDALL, N y ORELLANA N., M.A. 2003. *Bursera simaruba* (L.) Sarg. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 340-341.

NAVIERAS. R. y J.P. NITSCH. 1997. Viveros. [www.agentesforestales.net/viveros.htm](http://www.agentesforestales.net/viveros.htm). Consultado en junio 2005.

NELSON, P. V. 1991. *Greenhouse Operation and Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 612 p.

NIEMBRO R., A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. México. 206 p.

NIEMBRO R. A. 2003. *Brosimum alicastrum* SW. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 335-337.

NIEMBRO R. A. 2003b. *Cedrela odorata* L. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 386-387.

NIEMBRO R. A. 1988. Semillas de árboles y arbustos, ontogenia y estructura. Ed. Limusa. México. 285 p.

NIEMBRO R.A. 2003c. *Swietenia macrophylla* King. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 722-725.

NIEMBRO R.A. 2004. Imágenes de árboles y arbustos. Disco Interactivo en maquila.

NITSCH, J.P. 1965. Physiology of flower and fruit development. En: Handbook der Pflanzenphysiologie. W. Ruhland 8ED). Vol 15. Springer-Verlag, Berlin: 1537-1647.

Oldeman, R.A.A. 1983. The design of ecologically sound agroforests. In: Huxley, P.A. (Ed.). Plant research and agroforestry. ICRAF, Kenya. Pp. 173-208.

ORTÍZ-ESPEJEL B. y TOLEDO M, V. 1998. Tendencia en la deforestación de la selva Lacandona (Chiapas, Mx): El caso de las cañadas. Interciencia. Vol 23 No 6: 318-327.

ORTÍZ-ESPEJEL, B.1995. La cultura asediada: espacio e historia en el trópico veracruzano (el caso del Totonacapan). México: CIESAS; IEAC, 118 p.

OSPINA, J.A. 2003. *Pachira aquatica* Aubl. Tropical Seed Manual. Species descriptions. Part II. United States of America: 595-596.

PADILLA, S.M. 1983. Manual del Viverista. Ed. Centro de Investigación y capacitación forestal, Cajamarca y cooperación técnica Belga. No 3. Cajamarca, Perú. 161 p.

PENNINGTON, T.D y J. SARUKHÁN.1998. Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies. 2ª edición. Instituto de Ecología, UNAM-Fondo de Cultura Económica. México. 521 p.

PETERSON, G.W. y SMITH, R.S. Eds. 1975. Forest nursery diseases in the United States. Agriculture Handbook. 470. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 125 p.

PIANKA, E. 1970. On r and K selection. American Nature.104: 592-597.

PICADO, V. W. 1987. Experiencia en el establecimiento y producción de plantas en viveros de tipo comunal y familiar en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Área de producción forestal y Agroforestal. Turrialba, Costa Rica: 306-323.

PLANCARTE, B.A. 1990. Manual para el establecimiento y evaluación de ensayos de especies y procedencias. Boletín Técnico No 4. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México. 36 p.

PROSEFOR. 1999. *Brosimum alicastrum* Swartz. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Costa Rica, Proyecto Semillas Forestales. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales No. 88. 2 p.

PROAFT 2004. Manejo y enriquecimiento de acahuales, Reforestación y plantaciones, viveros y producción de plantas.

RAMOS C. A. 2008. Germinación y desarrollo de plántulas de nueve especies arbóreas nativas de selva mediana de tres municipios del Totonacapan Veracruz en invernadero y vivero rural. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

RAMOS, P.J., DEL AMO, S.R. y ARÉVALO, J.R. 1996. Diversidad y tipos de agroecosistemas: Consideraciones para diseño. En: Trujillo, J.A., González, F.C., Torres, P.L. (Eds). *Ecología aplicada a la agricultura: Temas selectos de México*. UAM, México.

RAMOS, P.J., DEL AMO, S.R., GÓMEZ-POMPA A. y ALLEN, E. 2004. Trial and error: three approaches to ecological restoration. Annual Meeting of the Ecological Society of America, Portland, USA.

RAMPRASAD, V. 2007. Para mantener la diversidad genética: bancos comunitarios de semillas. *LEISA revista de agroecología*. Vol. 23.2.

REYES C.H., P. CASTRO y S.J. DEL REAL. 1997. Mosquita blanca: su manejo integral. *Ecosta Yutu Cuii*. Sociedad solidaria social. Santa Rosa de Lima, Tututepec, Oaxaca. 52 p.

RITCHIE, G.A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. *Forest Nursery Manual: production of barefoot seedlings*. Boston: Kluwer Academic Publishers: 243-259.

RZEDOWSKI, G. C. de. 1996. Flora del bajo y de regiones adyacentes. Fascículo 41. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán.

RZEDOWSKI, J. y M. EQUIHUA. 1987. Atlas cultural de México, Flora. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Planeta. México. 233 p.

SALAS, A. E. 2005. Las micorrizas y su importancia en el manejo y conservación de los árboles de los trópicos. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Costa Rica. 11 p.

SARH. 1994. Inventario nacional forestal periódico. Memoria nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-SARH. México. 63 p.

SCHMIDT, L. 2000. Guide to Handling Tropical and Subtropical Forest Seed. Danida Forest Seed Centre. U.S.A. 542 p.

SEMARNAT. 2006. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx). Consultado en diciembre 2005.

SINIX. 2005. [www.sinix.net](http://www.sinix.net). Consultado en diciembre de 2005.

SIRE. 2006. [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx). Consultado en octubre de 2005.

SPOMER, L.A. 1985. Techniques for measuring plant water. Hort Science 20(6): 1021-1028.

TINUS, R.W. y S.E. MCDONALD. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. Gen. Tech. Rep. RM-60. Ft. Collins, CO. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 256 p.

TOLEDO, E. y C. RINCÓN. 1999. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. Perú, Cámara Nacional Forestal, Instituto Nacional de Recursos Naturales –IRENA-, Dirección General forestal. Segunda Edición. 240 p.

TORMO M, R. 2002. Frutos. Ministerio de Educación y Ciencia. Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa. Madrid.

UNCADER. 2001. Propagación de plantas (Bambú-Guadua). Curso taller. Secretaría de Desarrollo Agrícola y Pecuario. UNCADER. Coatepec, Ver. 40 p.

VALLEJO, M. A. y F. J. OVIEDO. 1994. Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero en América Central. En: Árboles y arbustos en América Central. Vol. 2 J. E. Benavides editores. CATIE. Turrialba, Costa Ric: 665-694.

VÁZQUEZ-YANES, C. y A., BATIS. 1996. La restauración de la vegetación: árboles exóticos vs árboles nativos. UNAM México, D.F. Ciencias. 43: 16-23.

VÁZQUEZ-YANES, C., A. I. BATIS MUÑOZ, M. I. ALCOCER SILVA, M. GUAL DÍAZ Y C. SÁNCHEZ DIRZO. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.

VÁZQUEZ-YANES, C., A. OROZCO SEGOVIA, M. E. SÁNCHEZ-CORONADO, M. ROJAS-ARÉCHIGA, y V. CERVANTES. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. La ciencia para todos. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. 167 p.

VERGARA, M.C. 2007. Restauración Ecológica campesina en cinco ejidos de la zona totonaca, mediante actividades de agroforestería. Reporte de proyecto

CONAFOR-CONACYT, 2002-CO1-6107. Documento Interno. Programa de Acción Forestal Tropical A.C. y Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana.

WALKER, J.N. Y DUNCAN, G.A. 1974. Greenhouse location and orientation. Publ. AFN-32. Lexington, KY: University of Kentucky, Department of Agricultural Engineering.

XOCONOSTLE, C. B. y RUIZ, M. R. 2002. Impacto de la biotecnología agrícola en cultivos: el caso de las micorrizas. Avance y Prespectiva Vol. 21. México, D.F: 263-266.

ZOBEL, B y J. TALBERT. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa: 96-99.

### **Creditos de fotos**

Programa de Acción Forestal Tropical. Archivo 2006-2008.

Aníbal Niembro Roca. 2004. Imágenes de árboles y arbustos.

Carmina Saiz Carmina 2004. Estudios básicos de semillas y plántulas de 3 especies nativas del bosque mesófilo de montaña". Tesis Maestría Ecología Forestal. Centro de Genética Forestal. Xalapa.

## Glosario

Acaricida – Acaricidas: producto destinado a combatir ácaros que atacan a las plantas y a la producción de las mismas. Producto fitosanitario usado para el control de ácaros o arañitas.

Aforestación: plantar árboles donde antes no había.

Agrolita o Perlita es un tipo de vidrio volcánico amorfo que tiene un alto contenido de agua, típicamente se forma a partir de la hidratación de la obsidiana. En horticultura se utiliza para la realización de compostas al aire libre, que permite un buen medio para la retención de agua, también se utiliza en hidroponía.

Almacigo: 1. Especie de arbusto de la familia de las Anacardiáceas y 2. Recipiente, bolsa de plástico, caja, etc., en donde se realiza la germinación y crecimiento de algunas semillas hasta lograr una planta pequeña la que luego puede ser trasplantada a suelo firme.

Angiospermas: plantas fanerógamas cuyos carpelos forman una cavidad cerrada u ovario, dentro de la cual están los óvulos.

Ápice: en botánica, este término expresa el extremo superior o punta (del latín apex, con el mismo significado) de la hoja, del fruto, etc. El adjetivo apical se puede aplicar a flores, frutos, con el significado del más distal. Distal, a su vez, es lo que se sitúa hacia el extremo opuesto a la base o parte basal del órgano en cuestión. En un órgano, por ejemplo una hoja, hay que distinguir entre el ápice orgánico, por donde puede crecer distalmente el órgano, dotado de tejido meristemático, y el ápice geométrico, que es simplemente el punto más distanciado de la base.

Aquenio; Tipo de fruto seco indehiscente. Los aquenios son frutos de una sola semilla, no solada dentro del carpelo. A veces los aquenios aparecen unidos formando lo que se conoce como poliquenios.

Área semillera: rodal con arbolado de mayor calidad fenotípica promedio; donde se delimita la zona centro y se aísla esta con una franja alrededor. Se seleccionan los mejores árboles y se eliminan los indeseables, abriendo las copas para producir grandes cantidades de semilla mejorada con ayuda de labores culturales apropiadas.

Auxinas: grupo de sustancias que controlan el crecimiento de las plantas (a menudo llamadas hormonas vegetales o fitohormonas). Juegan un papel esencial en la coordinación de la mayoría de procesos de crecimiento de la vida de la planta, en especial en los relacionados con los tallos.

**Bacteria mesófila:** bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 400° C. Realizan la descomposición en tiempo muy corto, debido a su rápida actuación sobre la pila de compost.

**Barbechos:** campos sin cultivar un año o más para recuperar la fertilidad.

**Basal – Basales:** que surge de la base de una planta.

**Biuret:** compuesto tóxico, formado al unirse dos moléculas de urea.

**Capacidad de intercambio catiónico:** es la cantidad de cationes retenidos por un suelo en forma intercambiable a un determinado pH, expresada en miliequivalentes por 100 gramos de suelo. Es una medida de cargas negativas en los suelos, principalmente en los coloides de arcillas y materia orgánica.

**Cariópside:** Tipo de fruto seco. Las carióspsides son frutos en los que la semilla está pegada al pericarpio.

**Carpelos:** son hojas modificadas que forman la parte reproductiva femenina de la flor de las plantas angiospermas; son la unidad básica del gineceo. Por su carácter de hojas portadoras de megásporas (o macrósporas), las células por cuya multiplicación se forma el gametófito femenino (el saco embrional), los carpelos son megasporofilos (o macrosporofilos).

**Cepas:** hoyos que se hacen en el suelo de dimensiones generalmente de 30 x 30 x 30 cm, en donde se van a colocar las plantas al trasplantarlas.

**Cóccido – Cócidos:** insecto perteneciente al orden Hemíptera, suborden Homóptera, superfamilia Coccoidea. Normalmente, se les llama escamas. Se alimenta de los jugos de las plantas.

**Coriácea – Coriáceo:** semejante al cuero en aspecto y consistencia.

**Cotiledón:** del griego kotyledon = hueco en forma de copa. Estructura similar a una hoja que se encuentra en las semillas de plantas con flores. Aparecen durante la germinación de las semillas, a veces se denominan "hojas" de la semilla u hojas seminales. Parte de la semilla. La primera o primeras hojas del embrión. De acuerdo al número de cotiledones clasificamos las plantas en dos grupos: Molecotiledóneas o Dicotiledóneas. Sirven para reservar y absorber nutrientes ubicados en la semilla hasta que la plántula puede producir sus hojas verdaderas y realizar la fotosíntesis.

**Cotiledonarias:** referente a los cotiledones.

**Cotiledones:** son las hojas primordiales constitutivas de la semilla y se encuentran en el germen o embrión.



Criofila – Criofilas: especie vegetal adaptada a los climas fríos, a la que perjudica el aumento de temperaturas.

Damping off: enfermedad producida por hongos, que ataca el pie de las plantas recién nacidas en los viveros y que terminan muriéndose. Es la causa de serias pérdidas de semillas, plántulas y plantas jóvenes.

Defoliación: caída prematura de las hojas de los árboles y plantas en general, provocada bien por la acción natural (hongos, insectos, heladas, etc) o por el hombre.

Defoliador – Defoliadores: organismo cuya actividad produce la eliminación de parte o totalidad de las hojas de una planta.

Deforestación: desmonte o tala de bosques para utilizar la madera o servirse de la tierra con fines de pastoreo o para cultivo. Se produce deforestación en muchas partes del planeta, especialmente en las selvas tropicales. 1. pérdida de la cobertura vegetal por efecto de la intervención del hombre (tala, quemas); por procesos naturales (erosión eólica, avalanchas, huracanes). 2. merma de especies vegetales por corte, desmalezamiento o quema. Se hace para obtener combustible, mayor superficie para la cría de ganado, agricultura o expansión urbana. 3. la deforestación extensiva, escorrentía de pesticidas, sobrecarga de contaminantes y sedimentación excesiva, originada por dragado o uso de tierras cuenca arriba, ocasionan pérdidas serias de manglares.

Dehiscencia: se dice de los frutos que se abren espontáneamente para liberar sus semillas. Fenómeno de liberación del contenido de un órgano, liberación de las semillas del fruto, o los granos de polen de la antera, etc.

Deshumidificación: acción de eliminar el vapor de agua al aire.

Dióica: son plantas en las que los elementos masculinos y femeninos son portados por individuos distintos de la misma especie. Esta característica suele aparecer en individuos primitivos como el Gingko biloba.

Díptero – Dípteros: insecto que tiene un par de alas. A este orden pertenecen organismos como moscas y mosquitos.

Ectocarpio: capa más externa del pericarpio.

Emulsificantes: moléculas con un extremo afín al agua (hidrofílico) y otro afín al aceite (hidrofóbico). Hacen posible que el agua y el aceite se dispersen casi completamente el uno en el otro, creando una emulsión estable, homogénea y fluida.

Endocarpio: la capa más interna de la pared frutal, correspondiente a la epidermis interna del carpelo; de naturaleza leñosa o blanda, que encierra la o las semillas.

Endógenos: que se originan o nacen en el interior, como la célula que se forma dentro de otra.

Endosperma o endospermo: tejido de reserva de las semillas, procedente del saco embrionario, en las Angiospermas se forma el endosperma secundario y en las gimnospermas el endosperma primario que tienen orígenes diferentes. Tejido de reserva de las semillas.

Entrenudo – Entrenudos: parte del tallo situada entre dos nudos sucesivos. Distancia entre dos yemas en una rama

Epidérmicas: perteneciente o relativo a la epidermis. Película delgada que cubre la superficie de las plantas.

Epífitas: que vive sobre otro sin ser parásito de él.

Epígea: germinación en la cual los cotiledones de una planta crecen por encima del nivel de suelo.

Escarificación: rajar o erosionar la capa externa de las semillas.

Esclerénquima: tejido mecánico de sostén formado por esclereidas y fibras. "Tejido" vegetal formado por células de origen diverso pero que tienen en común poseer paredes secundarias muy gruesas y habitualmente fuertemente lignificadas lo que les confiere una gran dureza, siendo muy resistentes tanto a la tensión (por la abundancia de celulosa) como a la compresión (por la lignina).

Esclerófila: formación vegetal muy resistente a la sequía.

Esclerófilo: árbol o arbusto adaptado a la sequía, de hojas perennes gruesas, coriáceas y duras.

Espolones: órgano o parte de los órganos foliares (sépalos, pétalos etc.) que sobresale hacia el exterior desde la base de la corola o del cáliz.

Estambres: órgano sexual masculino de las plantas fanerógamas, que consta de antera y filamento: en el estambre de las flores se encuentra el polen.

Estigmas: parte superior del pistilo que recibe el polen en el acto de fecundación de las plantas.

Estilo: tubo hueco y esponjoso de las flores, que arranca del ovario y sostiene el estigma.

**Etnobotánica:** estudio que combina la ciencia botánica con la Antropología para interpretar las categorías de uso basadas en las plantas nativas e introducidas y el conocimiento tradicional de grupos originarios

**Evapotranspiración:** conjunto de evaporación y transpiración, siendo esta última la evaporación debida a la acción biológica de los vegetales. 1. Agua que la evaporación o transpiración de las plantas extrae del suelo. Se considera sinónimo de uso consuntivo. 2. Proceso conjunto de evaporación y transpiración. 3. Pérdida de agua de un área específica y para un período de tiempo determinado, como consecuencia de la evaporación de la superficie del suelo y de la transpiración de la planta. Cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración vegetal.

**Exocarpo o Exocarpo:** en el fruto, la capa más externa.

**Exógena:** se dice de una espora (de reproducción sexuada o asexuada) formada en el exterior de la célula que le ha dado nacimiento

**Fanerógama:** familia de plantas cuyos órganos reproductores tienen forma de flor: las fanerógamas desarrollan semillas que contienen los embriones de otras plantas. Grupo de vegetales que tienen flores y órganos de reproducción sexual.

**Fenología:** estudio de las veces que se repiten los fenómenos naturales en relación con las condiciones climáticas. Estudio de las etapas de desarrollo de los fenómenos periódicos, como la foliación, la floración, etc. y su relación con los cambios climáticos.

**Fenotipo:** es una característica observable, identificable e individualizada del organismo, que expresa un genotipo específico en un ambiente determinado. El fenotipo de un organismo individual tanto la apariencia física y la constitución como la manifestación específica de un determinado rasgo, sea física, como el tamaño o el color de ojos y conductual (personalidad); esto varía entre los diferentes individuos.

**Filogenia:** (del griego: phylon = tribu, raza y genetikos = relativo al nacimiento, de génesis = nacimiento) es la disciplina que estudia las relaciones evolutivas entre las distintas especies, reconstruyendo la historia de su diversificación (filogénesis) desde el origen de la vida en la Tierra hasta la actualidad. La filogenia proporciona el fundamento para la clasificación de los organismos.

**Fitopatógeno – Fitopatógenos:** microorganismo que causa daño a los vegetales.

**Fitotóxico:** sustancias orgánicas o minerales dañinas para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

**Forestación:** la plantación y cultivo de vegetación forestal en terrenos no forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial.

**Fotoperiodo:** regulación de la actividad de un organismo por la duración de los periodos de iluminación o de oscuridad.

**Fruto Dehiscentes.** El término dehiscencia designa a la apertura espontánea de un órgano vegetal una vez llegada a su madurez, vertiendo al exterior su contenido. Referido a muchos tipos de fruto, designa el momento en que éstos se abren para liberar la semilla y dispersarla; así se habla de dehiscencia loculicida cuando el fruto se abre por el nervio medio de los carpelos. Refiriéndose a anteras, es el momento en que éstas se abren, liberando el polen. En las plantas inferiores, se llama también dehiscencia a la apertura de los esporangios, lo que libera las esporas sexuales o asexuales.

**Frutos indehiscentes.** Son aquellos frutos que no abren al madurar, dejando semillas dentro de ellos. Los más importantes son aquenios, núculas, cariópsides, samaras y nueces.

**Fuentes parentales:** progenitores que provocan la herencia genética.

**Fuste:** tronco de un árbol. Parte despejada del tronco de un árbol, desde el nivel del suelo hasta la rama más baja.

**Genotipo:** conjunto o parte de la constitución genética de un individuo. Conjunto de los genes existentes en cada uno de los núcleos celulares de los individuos pertenecientes a una determinada especie vegetal o animal. Del griego: gen-/gon-(gr.) [generación (gon- modern. para órganos sexuales)] + typos (gr.) [golpe, marca, forma]. En biología es la representación a través de formulas sobre la cantidad y calidad de los genes, no puede observarse. Conjunto de la información genética de un organismo, heredada de sus padres y contenida en los cromosomas. Constitución genética de un organismo, generalmente no observable a nivel del organismo vivo. El genotipo es una característica genética determinada, sea habitual o anormal, que posee un individuo concreto dentro de una especie. Es decir el conjunto de genes o factores hereditarios que posee un individuo determinado, dentro de una especie.

**Germinación epigea:** el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo

**Germinación hipogea:** el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste

**Germoplasma:** conjunto del material hereditario que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de los gametos o células reproductoras. Material genético contenido en las semillas y órganos de las plantas y del que dependen los factores hereditarios y la reproducción. Cualquier

porción de un ser vivo que permite generar nuevos individuos, como semillas, raíces, tallos, células sexuales, embriones.

Gimnosperas: se aplica a las plantas fanerógamas cuyos carpelos no constituyen una cavidad cerrada que contiene los óvulos y por tanto, las semillas quedan al descubierto.

Glabra – Glabro: desprovista de pelo o vello.

Hidrofóbico: es la tendencia (debida a su estructura) de un compuesto químico a ser insoluble y no mezclarse con el agua o algún medio acuoso. Que tiene repelencia por el agua.

Hifas: filamento aislado cuyo conjunto constituye el micelio de los hongos

Himenóptero – Himenópteros: del griego hymenion, membranita; pteron, alas. Insecto con dos pares de alas membranosas y pequeñas y aparato bucal masticador o lamador, como las hormigas, abejas y avispas.

Hipocótilo: porción del tallo de un embrión o de la plántula situado entre los cotiledones y la radícula.

Hipógea: se dice de la germinación de la semilla cuando el o los cotiledones permanecen por debajo de la superficie del suelo.

Homóptero - Homópteros (Homoptera): miembro de, o perteneciente al orden

Homoptera de insectos, que incluye a los pulgones.

Hospederos: organismos que en los que habitan otros organismos.

Imbibición: adsorción de agua e hinchamiento de materiales coloidales debido a la adsorción de moléculas de agua a las superficies internas de los materiales. Es el primer proceso que debe ocurrir en una semilla antes de la germinación. Penetración de un líquido entre las moléculas de un cuerpo sólido.

Indehiscente: término referido en general a los frutos que no se abren al madurar.

Infrutescencia: conjunto de frutos procedentes de una inflorescencia.

Ion: es un átomo o una molécula que ha ganado o ha perdido un electrón, con lo que la partícula se carga eléctricamente. Si gana electrones se carga negativamente y si los pierde se carga positivamente.

Latencia: retraso entre el momento que se inicia algo, y el momento uno de sus efectos comienza. Las condiciones del medio son adecuadas, pero el organismo tiene una combinación fisiológica tal que impide su crecimiento. Este tipo de

inhibición se denomina latencia, dormancia o letargo. Aún cuando las condiciones ambientales sean adecuadas para la germinación de semillas, muchas de ellas no lo hacen, aunque permanezcan viables. La no germinación de las semillas, también se conoce como latencia o letargo, y esta ligada a causas intrínsecas de las semillas o frutos, pero también a efectos ambientales.

Latifoliadas: describe la mayoría de especies de árboles y arbustos con flores (angiospermas) por tener hojas anchas. En palabras comunes, las hojas de la mayoría de las plantas que tienen hojas planas y anchas son latifoliadas. Se refiere a la forma de las hojas de las plantas, y quiere decir forma de hoja de base ancha y terminada en punta fina, que puede tener bordes serrados o lisos y se presenta en plantas anuales, bianuales y perennes, de plantas angiospermas.

Lenticela: pequeño poro, situado en la corteza del tronco de un árbol o en las raíces, lleno de células dispuestas holgadamente y que permiten el paso del aire a través de la corteza.

Meristemático: propio o relativo del meristema. Que tiene las características del meristemo. El tejido meristemático se caracteriza por su activa división celular y es el encargado del crecimiento de las plantas. Se encuentra en las semillas, los ápices de las raíces y los tallos, en las yemas y en el interior del tallo y tronco.

Meristemo: tejido vegetal o zona de células indiferenciadas que tienen la capacidad de dividirse activamente. A partir del mismo se forman los otros tejidos que forman el cuerpo vegetal. Tejido embrionario cuyas células indiferenciadas crecen y se multiplican continua o periódicamente para dar lugar a la formación de tejidos adultos constituidos por células diferenciadas. Tejido cuyas células crecen y se multiplican.

Mesocarpio – Mesocarpo: la capa intermedia de la pared de un fruto. Se origina de la transformación del parénquima clorofílico del ovario. Parte carnosa y filamentosa contenida entre la epidermis y la película interna de ciertos frutos.

Mesófilo – Mesófilos: vegetal que se desarrolla y vive normalmente en condiciones medias en cuanto a temperatura y humedad, en relación con el conjunto de estaciones de la superficie de las tierras emergidas. Que viven en condiciones medias de temperatura.

Micelio: cuerpo de los hongos, constituido por una haz de filamentos llamados hifas.

Micorriza: asociación de un hongo con una raíz de una planta superior. Se conocen dos tipos: 1) micorriza endotrófica, el hongo se encuentra en el interior de las células de la planta huésped; es el caso, por ejemplo, de las orquídeas; 2) micorriza ectotrófica, el hongo se sitúa externamente en las raíces más pequeñas.

Antes se consideraba un caso típico de simbiosis; hoy se piensa, más bien, que se trata de un parasitismo limitado

Necrosis: proceso que determina la muerte del tejido.

Nemátodo: orden de gusanos de cuerpo alargado, cilíndrico, fusiforme o filiforme; habita en el suelo y puede ser nocivo.

Nervadura: red del tejido de conducción y soporte de la hoja

Nudo – Nudos: la región de la planta adonde se implantan una o más hojas. Parte del tallo. Los nudos son unos engrosamientos situados en los tallos. A su altura es donde nacen las hojas.

Nuez: fruto seco indehiscente (que no se abre cuando está maduro) monospermo (compuesto por una sola semilla en su interior) y con un pericarpio duro. La mayoría derivan de pistilos con ovario ínfero (situado por debajo del receptáculo floral) cuya pared está endurecida.

Oblonga: hoja o folíolo más largo que ancho, con nervios paralelos a los bordes y extremos redondeados.

Ontogenético: historia del desarrollo de un individuo.

Ovario: parte del gineceo que contiene los primordios seminales. Parte de una planta, generalmente en el fondo de la flor, que tiene las semillas adentro y que se convierte en fruta que comemos. Región basal hueca del carpelo que contiene uno o más rudimentos seminales. En las flores que poseen dos o más carpelos unidos también se unen los ovarios y forman un solo ovario compuesto.

Óvulo: gameto o célula sexual femenina. En las plantas se llama óvulos a los primordios seminales, que son megasporangios (órganos productores de esporas femeninas), mientras que los gametos femeninos (células sexuales femeninas) reciben el nombre de oosferas. Los óvulos, primordios o rudimentos seminales nacen sobre las placentas, situadas en la cara interna del carpelo. Son de tamaño reducido, de pocos milímetros, y generalmente de forma ovoide, de allí su nombre.

Panícula – Panículas: inflorescencia racemosa compuesta de racimos en la que los mismos van decreciendo de tamaño hacia el ápice.

Papiráceo: parecido al papel en grosor o textura.

Parasitoide: nombre dado a aquellos organismos que viven a expensas de otro, a los que terminan por ocasionarle la muerte. Organismo que vive a expensas de otro pero sin llegar a matar a su hospedero.

Parentales: referente al origen genético de los individuos.

Patógeno: organismo que causa enfermedades.

Pericarpio – Pericarpo: el conjunto total de la pared del fruto; formada de epicarpio, mesocarpio y endocarpio

Pétreo: de piedra o roca.

Pistilos: en la mayoría de flores, sobre el receptáculo hay cuatro partes: los órganos reproductores femeninos o gineceo, que es una o varias estructuras como botellitas, llamadas pistilos. La reproducción sexual la realiza la planta gracias a las flores, donde se disponen los órganos sexuales masculinos (estambres) y, los femeninos (pistilos). La fecundación se produce cuando el polen de los estambres llega a los pistilos.

Plaga: el concepto de plaga ha evolucionado con el tiempo desde el significado tradicional donde se consideraba plaga a cualquier animal que producía daños, típicamente a los cultivos. Actualmente debe situarse al mismo nivel que el concepto de enfermedad de forma que debe entenderse como plaga a una situación en la cual un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, plantas cultivadas, animales domésticos, materiales o medios naturales); de la misma forma que la enfermedad no es el virus, bacteria, sino la situación en la que un organismo vivo (patógeno) ocasiona alteraciones fisiológicas en otro, normalmente con síntomas visibles o daños económicos. Este nuevo concepto permite separar el concepto de plaga de la especie animal que la produce evitando establecer clasificaciones de especies 'buenas' y 'malas', y facilitando la explicación de porque una especie es beneficiosa en un lugar y perjudicial en otro. Para explicar esto se puede poner el ejemplo del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) muy importante en Europa por ser parte fundamental del ecosistema mediterráneo mientras que muy perjudicial en Australia; la plaga no es el conejo per se sino la situación que se produce en cada una de las regiones y los daños económicos que de ella derivan.

Plantación: es un conjunto de árboles de la misma especie que se han cultivado en viveros y establecidos en un sitio determinado, ya sea para fines comerciales o de restauración.

Plántula: planta en la primera etapa de desarrollo después de haber germinado y que aún depende de las reservas almacenadas en las semillas.



**Poliestireno:** plástico resultante de la polimerización (repetición encadenada de moléculas) del estireno. Es un plástico muy valioso, químicamente resistente, de escaso peso específico, aislante del sonido, de la temperatura, de la electricidad, etc.

**Potencial hidrógeno (pH):** es una medida de concentración del ión hidrógeno en el agua. Varía de 1 a 14 y dependiendo de los rangos, se divide en pH ácido (entre 1-7), básico o alcalino (entre 7-14) y neutro (pH 7).

**Predadas:** organismos que han sido invadidos por otro para comérselo.

**Predador:** animal que caza y se alimenta de otros organismos vivos.

**Propágulo – Propágulos:** cualquier parte de una planta, por medio de la cual ésta se extiende y es capaz de transformarse en una nueva planta adulta; por ejemplo, las semillas, pero también los frutos, las esporas o las yemas y esquejes. Unidades de dispersión de plantas tales como semillas, esporas, embriones.

**Quelante - Quelantes – Quelatantes:** sustancias químicas que provocan que partículas pequeñas se unan entre sí para formar una mayor que precipita con más facilidad. También se suelen llamar floculantes.

**Quiescencia:** estado de reposo. Sinónimo de latencia.

**Radícula:** parte del embrión de las plantas que origina la raíz. Rudimento radical del embrión de plantas superiores. Extremo basal del eje embrionario, raíz originada en la semilla y que dará la raíz primaria. Proyecciones unicelulares de la raíz, responsables de la absorción del agua y los nutrientes del suelo. Raíz primera.

**Recalcitrantes:** semilla que pierde viabilidad cuando se seca y/o almacena a bajas temperaturas.

**Recurso forestal:** está formado por los bosques naturales o cultivados, las tierras de vocación forestal, la flora y la fauna silvestre.

**Reforestación:** plantación de especies arbóreas en un lugar donde existían previamente, pero han sido reconvertidos para otros usos.

**Resilencia:** es la capacidad de un material para ser deformado sin sufrir una deformación permanente. En polímeros se utiliza particularmente el término en hules o elastómeros. Los materiales con alta resiliencia tienen también capacidad de rebotar. La resiliencia también puede entenderse como un componente de la tenacidad, es decir, de la resistencia al impacto que tiene un material. La propiedad de resiliencia es medida en polímeros a través de máquinas de pruebas universales o de impacto, como las pruebas Charpy e Izod y con equipos como el

Zwick, estas pruebas pueden realizarse a diferentes temperaturas. En estas pruebas se aplica un estímulo a la probeta del material con dimensiones conocidas y estándares, se mide la respuesta del material y con ello se determina su resiliencia.

Respirómetros: medidores de oxígeno.

Sámara: es un tipo de fruto en el que se desarrolla un ala aplanada de tejido fibroso y papiráceo a partir de la pared del ovario. Una sámara es un *fruto seco indehiscente* (que no se abre por una valva). La forma de la sámara favorece su dispersión por el viento o *anemocoria*.

Termófilo – Termófilos: que vive en condiciones de altas temperaturas (superiores a 450 °C).

Testa: cubierta externa de la semilla.

Tocón: parte del tronco de un árbol que se queda con la raíz.

Translocación: (1) en las plantas, transporte de agua, minerales o nutrientes a larga distancia; mayoritariamente usado para referirse al transporte de nutrientes; (2) en genética, intercambio de segmentos cromosómicos entre cromosomas no homólogos.

Turba: es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

Umbrófila - Umbrófilas – Umbrófilo: término aplicado a las plantas que viven o se adaptan a medios que durante un tiempo prolongado, debido a su orientación, permanecen a la sombra.

Vermicompostas: Producto estacionado compuesto por las píldoras fecales (estiércol) de las lombrices.

Vermiculita: es un mineral natural del grupo de filosilicatos y tiene una apariencia de mica. Se expande con la aplicación de calor. En horticultura se utiliza para enriquecer el suelo.

## **Acrónimos**

AOSCA: Agencias Oficiales Certificadoras de Semillas.

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CONABIO: Comisión Nacional de para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

ISTA: Internacional Seed Testing Association (Asociación Internacional de Pruebas de Semillas).

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OTS: Organization for Tropical Studies.

PROAFT: Programa de Acción Forestal Tropical.

PRONARE: Programa Nacional de Reforestación.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SIRE: Sistema de Información para la Reforestación.