



INSTITUTO FORESTAL
Facultad de Ciencias Agrarias
Alte. Brown 500 - Chacras de Coria
5505 Mza. - Rca. Argentina
Tel. 960004

LA PROPAGACIÓN DEL ÁLAMO Y SU CULTIVO EN VIVERO

por Giuseppe FRISON (1)

Traducción del Italiano por Zoraida FERNÁNDEZ de ROMERO (2)

CURSO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL
EN SALICACEAS Y EUCALIPTUS
marzo 1987

-
- (1) Instituto de Experimentaciones para la Alamicultura. SAF (del Grupo ENCC)
Casale Monferrato (Al.) Italia.
- (2) Instituto Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.C. Ch. de Coria-
Mendoza. Argentina.

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| <u>LA PROPAGACION VEGETATIVA</u> | 1 |
| La macropropagación | 5 |
| La micropropagación | 7 |
| La facultad de arraigamiento de las estacas de las diversas especies de álamo. | 11 |
| Alamos negros europeos y asiáticos (<u>Populus nigra L.</u>) | |
| Alamos negros americanos (<u>Populus deltoides Bartr.</u>) | |
| Alamos blancos (<u>Populus alba L.</u>) | |
| Los temblones (<u>Populus tremula</u> , <u>P. tremuloides</u> , <u>P. grandidentata</u>) | |
| Los balsámiferos (sección Tacamahaca) | |
| Factores que influyen sobre el arraigamiento de las estacas. | 17 |
| Factores morfológicos | |
| Factores fisiológicos | |
| Factores ambientales | |
| La Producción de las estacas | 25 |
| La producción de las estacas con "barbatelado". | |
| La producción de estacas a partir de estacas madre. | |
| Estacas de ramas de plantas jóvenes y en particular de barbados. | |
| Los métodos más rápidos para los clones experimentales. | |
| Cuidados culturales del "barbatelado" y del vivero de plantas madre. | 30 |
| Recolección de las guías y de las ramas | 35 |
| Conservación de las estacas | |
| Tratamientos tendientes a mejorar la capacidad de arraigamiento | 38 |
| <u>EL CULTIVO DEL VIVERO</u> | 42 |
| La plantación | 42 |
| La elección del terreno | |
| La preparación del terreno. | |
| La densidad de plantación | |
| La plantación de las estacas. | |
| Los cuidados culturales | 56 |
| El labrado del terreno | |
| La fertilización | |
| El riego | |
| La poda | |
| El recepado | |
| El arrancado y la preparación de la planta | 71 |

por Giuseppe FRISON (1)

Traducción del italiano por Zoraida FERNÁNDEZ de ROMERO (2)

La reproducción por semilla se emplea en el álamo para efectuar investigaciones referentes en particular al mejoramiento genético. Se siembran las semillas obtenidas con hibridación artificial o bien aquéllas recogidas sobre los árboles de sexo femenino que han sido polinizados al azar por ejemplares vecinos masculinos. En la descendencia, se eligen los sujetos mejores, aquéllos que crecen más rápidamente y que resisten mejor a las enfermedades. La multiplicación de los clones elegidos, en la práctica, es realizada por vía vegetativa, casi siempre por estaca. Las estacas se obtienen de las ramas de un año producidas por las plantas madres o de "barbatelas". La preparación y la conservación de las estacas requieren mucho cuidado. La implantación de las estacas se hace al comienzo de la primavera en un terreno convenientemente elegido, fertilizado y preparado. El arraigamiento depende de muchos factores y puede ser estimulado por distintos tratamientos. La cría en el vivero será hecha según reglas precisas, convalidadas por una experimentación de varios años. Los barbados serán objeto de atentos cuidados también en el período que va desde el trasplante hasta su instalación en lugar definitivo.

LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA

Para tener una idea de la importancia de la propagación vegetativa, basta pensar que la fruticultura estaría bien lejos de su estado actual de productividad, sin esta forma de multiplicación. Más aún, en fruticultura se recurre también al injerto y a otros tipos de multiplicación agámica.

(1) Instituto de Experimentaciones para la Alamicultura. SAF (del Grupo ENCC) Casale Monferrato (Al.) Italia.

(2) Instituto Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.C. Ch. de Coria-Mendoza. Argentina.

Para llevar la alamicultura a un nivel de eficiencia comparable, no se puede por cierto pensar, salvo casos excepcionales, en producir árboles a través de la injertación. Sin embargo, la posibilidad práctica de la automatización ofrecida por las estacas ha llamado la atención de los investigadores, quienes han hecho esfuerzos importantes para difundir esta forma de propagación vegetativa en la producción de plantas de diversos genotipos de álamo, utilizados para la constitución de repoblaciones artificiales.

En silvicultura, los principales obstáculos a superar son los ligados al envejecimiento, el cual disminuye la aptitud a la propagación vegetativa. El envejecimiento es más o menos progresivo y más o menos regularmente distribuido en el árbol.

La condición esencial para la propagación vegetativa es el mantenimiento de la plena potencia celular.

La plena potencia es la aptitud de las plantas de multiplicación agámica de dar origen, a partir de estacas, a árboles de la misma altura y con las mismas fases de crecimiento que aquéllos producidos de semillas. Es muy fácil multiplicar por estacas algunas especies (p.ej. álamos y sauces), pero es mucho más difícil para los álamos temblones y para especies forestales similares.

En el curso de su desarrollo, el vegetal pierde cierta capacidad morfogenética. El fenómeno es poco marcado entre las Salicáceas, pero lo es mucho más entre otras especies forestales (p.ej. Quercus, Juglans, Prunus, Abies, Pseudotsuga, etc.). En línea general, comunmente, la posibilidad de arraigo de las estacas disminuye con la edad; en particular, en algunas especies leñosas; esta pérdida progresiva puede ser sensible, hasta llegar a ser total. La misma, además de mutar con la edad, tiene un ritmo variable según los individuos y es igualmente modulada según las estaciones.

Afortunadamente, en algunas especies de álamo y en los sauces, el gradiente de aptitud es débil; las ramas más ventajosas de utilizar están localizadas en zonas de la copa muy precisas y estas zonas pueden variar en posición y en extensión con la estación y con la edad.

Para analizar los efectos de la edad y de la posición, se acostumbra distinguir tres componentes:

- la topófisis, que asocia los efectos verificados a la posición topográfica de la rama para una clase de edad cronológica definida;
- la ciclófisis, que asocia los efectos comprobados a los distintos estratos cronológicos, pero de posición topográfica comparable; por ejemplo, arraigamiento de púas de distintas edades;
- la perifisis, que liga el efecto constatado a los brotes de posición y edad comparable, pero expuestos a regímenes ecológicos diferentes. Por ejemplo, brotes de sombra y brotes de luz sobre ramas del mismo orden y posición.

Todo lo arriba listado demuestra que, en la práctica, se puede presentar una cierta variabilidad también en un conjunto de individuos (clon) provenientes de la misma planta tipo (planta que dio origen al clon), llamada variabilidad intraclonal. La misma aumenta con la edad del pie original y en la medida en la cual se acrecienta la diferenciación entre órganos, tejidos y células. Esta variabilidad aumenta, por supuesto, para cada uno de los caracteres tomados individualmente y, claramente, también por la capacidad de arraigamiento de cada estaca y, en particular, por el porte (ortótropo = desarrollo de un eje erecto; plagiótropo = desarrollo de ramas prácticamente horizontales), la forma, el vigor, los ritmos de crecimiento, etc.

La homogeneidad del clon por todas las características tomadas en consideración está fuertemente ligada al estado de desarrollo ontogenético del tipo original en general y del clonotipo (miembro individual de un clon) en particular, en el momento preciso de la toma de la muestra. A diferencia de los caracteres genéticos, las variaciones intraclonales son fuertemente influenciadas por el ambiente y por el estado trófico del clonotipo.

Para evitar estas fuentes de variación, desde el punto de vista práctico, para la propagación del álamo se usan estacas extraídas de ramas de un año porque, además de ser más homogéneas, presentan la mejor aptitud al arraigamiento.

Se puede mantener artificialmente al estado juvenil una parte del clon, ya sea repitiendo la extracción de estacas todos los años (estaca-planta-estaca) como sucede en el //..

caso del "barbatelado" o bien sea recepando anualmente las plantas madres; éstas producen brotes; los cuales, al final de la estación vegetativa, son utilizados para obtener nuevas estacas.

Además de mantener joven una parte del clon, es siempre posible el restablecimiento de la aptitud al arraigamiento, o el rejuvenecimiento de un material vegetal, también sobre árboles maduros, gracias a tratamientos diversos, tales como los siguientes:

- a) el injerto de yema: la transferencia de meristemas de árboles viejos sobre plántulas jóvenes de la misma especie permite obtener, de la yema injertada, brotes capaces de arraigar.
- b) el recepado: en las especies que rebrotan del tocón, esta práctica realizada al ras de tierra da con el tiempo un conjunto de rebrotes susceptibles de arraigar por estaca. Es como si las yemas en origen inhibidas, y latentes hubiesen conservado a este nivel su edad juvenil, hasta el momento de su despertar con la supresión de la dominancia apical.
- c) el desmoche: también en este caso de las yemas latentes se forman nuevos brotes que tienen buena aptitud para arraigar, como sucede con el álamo negro.
- d) la capacidad estolonífera la disfrutan las especies capaces de volver a formar brotes sobre las raíces. Han sido obtenidos excelentes resultados de fragmentos aislados de raíces, por ejemplo de Populus tremula L.
- e) aislamiento de yemas "in vitro": el aislamiento de las yemas, tomadas de árboles adultos, puestas "in vitro" en condiciones tróficas bien determinadas, es igualmente un proceso de restauración de la juventud. Esta técnica tiende hoy a ser siempre utilizada con preferencia en los casos más rebeldes al estaquillado clásico. Como se verá más adelante, dicha técnica permite una tasa de multiplicación incomparablemente más elevada que la reproducción vegetativa clásica.

Según que la reproducción sea hecha al aire libre, en el campo, utilizando material vegetal de dimensiones más o menos grandes o bien en medio aséptico "in vitro", con material vegetal muy pequeño, microscópico, se pueden considerar dos formas diferentes de propagación: la macropropagación y la micropropagación.

La macropropagación.

Es una técnica de multiplicación conocida desde tiempo inmemorable, vuelta clásica en fruticultura y en horticultura. Se puede hacer macropropagación ya sea empleando estacas con raíces o recurriendo al injerto.

La técnica del estaquillado es la más difundida en alamicultura. A los fines del arraigamiento de las estacas, se considerarán de mucha importancia, por una parte, un perfecto estado sanitario y fenológico del material y, por otra, la temperatura, la aireación y la humedad óptima del substrato.

Las estacas, de acuerdo a la consistencia de los tejidos, pueden ser herbáceas o leñosas.

Las estacas herbáceas se obtienen en junio-julio con algunas hojas; su base es tratada con una sustancia auxínica, para estimular el arraigo y se ponen a echar raíces en invernáculos, bajo fina neblina, regulada a intermitencia automáticamente, en condiciones de máxima luminosidad (fotosíntesis). La sustancia auxínica más empleada es fabricada a base de ácido beta-indol butírico. Esta técnica se presta muy bien para el álamo temblón y para otros álamos de la Sección Leuce, de difícil arraigo.

Las estacas leñosas son en la práctica las más usadas para la multiplicación de los álamos y de los sauces. La primer regla a seguir es la de extraer las estacas de una planta de buen vigor y con seguridad indemne a enfermedades. La brotación inicial depende mucho de la cantidad de sustancia de reserva y, por esa razón, las estacas son tomadas de plantas bien nutridas y en buenas condiciones fisiológicas.

Las enfermedades a las cuales son sensibles ciertos álamos son, principalmente, las virosis y las carencias nutricionales, tales como por ejemplo, la carencia de hierro. La calidad del material de propagación se considera muy importante, sobre todo en Italia, donde se obtienen estacas de uso comercial casi exclusivamente de viveros especializados, "barbatelados", renovados anualmente.

Los viveristas particulares están obligados a renovar el material de propagación, recurriendo al material tipo cada cinco años, para los clones inscriptos al R.K.C.F.

Para la propagación de los álamos temblones se emplea el método de estacas de raíces. La técnica es aproximadamente la misma que la de las estacas del fuste. El método puede ser bastante práctico allí donde el crecimiento de las raíces es vigoroso. En tal caso, se pueden usar las raíces que han sido recortadas de las "barbatelas" en el momento de su transplante.

Se trata de trozos de raíces de 8-10 cm de largo que se recogen a fines de invierno. Estas estacas de raíces se colocan verticalmente, de preferencia en recipientes, pero también en invernáculo o directamente en el suelo, siempre en medio nutritivo rico. Así se provoca el nacimiento de renuevos que se transplantarán a la edad de uno o dos años.

El tanto por ciento de arraigue depende del clon y del medio de crianza. Algunos clones se propagan muy fácilmente (más del 95% de prendimiento), otros muchos menos (menos del 50%); por lo tanto, es necesario afinar la técnica según el clon. Pero, una vez emitidas las raíces, el transplante con recipiente, en el curso del período vegetativo, permite obtener un prendimiento del 100%.

Otros métodos empleados casi exclusivamente para los álamos temblones son los acodos y los renuevos, pero requieren demasiado trabajo, no compensado económicamente.

Por último, recordemos el injerto. Esta técnica viene siendo practicada desde hace tiempo con fines científicos: sobre todo para hibridaciones, pero también para la inducción de una floración anticipada, la conservación y la multiplicación de clones particularmente interesantes o de difícil propagación. Pero su empleo, a los fines comerciales, está limitado a los álamos de la sección *Leuce* que no tienen aptitud, o solamente muy escasa, a la propagación por estaca.

ZUFA (1965) en Yugoslavia, ha obtenido un buen prendimiento con el injerto de *P. tremula* sobre *P. alba* y el crecimiento de los barbados injertados ha superado ampliamente aún aquél de los barbados de *P. alba*.

Dentro de nuestro Instituto se ha encarado el problema de la propagación de algunos clones de *P. deltooides*, de difícil arraigamiento, injertándolos sobre clones de fácil prendimiento, para poder aprovechar la resistencia a la *Marssonina* de los álamos americanos.

Luego de haber realizado varias pruebas preliminares se ha llegado a la conclusión de que el método más simple y más económico es el injerto inglés entre estacas. Éste puede ser hecho mecánicamente sobre trozos de ramas en estado de reposo. Aquí el portainjerto influye no solamente sobre el prendimiento de las plantas injertadas sino también sobre los caracteres fenológicos y de crecimiento. Por ejemplo, la brotación de las hojas se verificó anticipadamente en las plantas injertadas, sobre todo en aquéllas que tuvieron portainjerto el P. nigra. En cambio, el crecimiento ha resultado mejor en aquéllas que tuvieron como portainjerto el cv. '1-214'.

La micropropagación

La multiplicación in vitro no será objeto de una descripción detallada: este método es utilizado por organismos especializados. Es necesario citarlo porque, también para el álamo, esa técnica es susceptible de brindar servicios por lo menos por dos razones: es un método de multiplicación intensivo (para propagar rápidamente un nuevo clon, por ejemplo) y que puede curar de una infección virósica a un clon contaminado, pero interesante por otros aspectos.

Para el álamo temblón la multiplicación in vitro es fácil a partir de la formación primaria de renuevos, y permite la propagación sumamente rápida de un clon.

Sin hablar de propagación propiamente dicha, el método de cultivo "in vitro" de los tejidos vivos, utilizado para estudios fisiológicos, se remonta a 130 años atrás. Muy brevemente, la historia del cultivo de tejidos en el campo vegetal se inicia en 1930 con el descubrimiento de las auxinas; sucesivamente, con los estudios sobre la giberelina y, más tarde todavía, hacia los años 50, con los referentes a las citocininas se han realizado notables progresos, sobre todo a partir del cultivo de tejidos meristemáticos.

En 1950 fueron comercializadas las primeras orquídeas producidas "in vitro", copias iguales al original. En el campo forestal el método ha sido aplicado a muchas especies, pero con el objeto fundamental de hacer estudios básicos. Hace apenas una decena //..

de años que las investigaciones han sido emprendidas para la producción comercial (p.ej. Prunus avium seleccionados). El método consiste en cultivar yemas "in vitro" (dentro de botellas estériles) sobre substrato artificial, estimulando la reproducción con sustancias particulares. Por motivos fitosanitarios, las yemas se extraen de estacas hechas arraigar en invernáculo y tratadas periódicamente con antiparasitarios. Las yemas se esterilizan mediante su inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 1% de cloro activo. El substrato cultural está compuesto de:

- un medio básico, formado de macro y microelementos minerales, vitaminas y sacarosa, que se mantiene constante para una determinada especie para toda la duración del cultivo "in vitro".
- diversos tipos de hormonas, sean auxinas o citocininas, que son utilizadas en distintos informes científicos en las diferentes fases del cultivo "in vitro".

En la práctica, consideramos sintéticamente las siguientes cuatro fases:

- 1) fase de inducción de la multiplicación: la yema esterilizada es colocada sobre agar aséptico, tróficamente equilibrado, con macro y microelementos, vitaminas y azúcar. Al medio se incorpora también un complejo hormonal, formado por citocinina (benziladenina) en dosis elevada, una auxina (ácido indol-butírico) y por una giberelina, que es activa en la segunda fase.
- 2) fase de multiplicación verdadera y propia (medio cultural). Durante la multiplicación es inducido el desarrollo de numerosas yemas axilares mediante sucesivos trasplantes, siempre sobre el mismo substrato. Las yemas adventicias y aquéllas que se pueden formar en el callo durante el cultivo, se eliminan. Eso, con el objeto de estar seguros de efectuar una verdadera clonación y de evitar mutaciones genéticas.
- 3) fase de alargamiento: cuando la multiplicación ha alcanzado un cierto nivel, se induce el alargamiento de los nuevos brotes variando los dosajes hormonales (tercer medio de cultivo) y añadiendo al substrato oportunas dosis de carbón activo.

4) fase de arraigamiento: el arraigamiento de los brotes alargados es realizado introduciendo en el substrato fuertes dosis de auxina.

La planta arraigada es transferida de la botella al invernáculo para un período de aclimatación, antes de ser puesta en lugar definitivo en el campo.

Con respecto a la técnica de multiplicación vegetativa, las ventajas de la micropropagación son las siguientes:

- mayor rapidez de multiplicación, por ejemplo con los álamos se puede obtener un millón de plantitas en un año, a partir de una sola yema.
- posibilidad de trabajar en cualquier estación del año, sin tener que esperar un período particular.
- posibilidad de conservar el material in vitro por un tiempo prácticamente indefinido, pronto para ser propagado y utilizado para intercambios internacionales, sin el peligro de introducir enfermedades.
- posibilidad de su aplicación a especies difíciles de propagar y en la defensa de las enfermedades; los ápices meristemáticos son exentos de virus y por lo tanto su regeneración permite la recuperación de clones libres de virosis.

A través del C.S.A.F. de Roma, el método es aplicado:

- para la multiplicación rápida de nuevos clones con características superiores;
- para la constitución de un banco de genes;
- para reproducir vegetativamente especies difíciles de propagar por otras vías;
- para el rejuvenecimiento importante en las especies forestales a los fines de permitir la reproducción por vía vegetativa.

Este último punto es muy importante porque, como es sabido, muchos forestales de interés práctico no pueden ser clonados a la edad adulta, siendo que es apropiado que puedan ser mejor evaluados los árboles adultos en cuanto a sus características culturales y de resistencia a los parásitos.

La posibilidad de poder reproducir descendientes semejantes a los árboles seleccionados por su calidad, nos hace pensar no solamente en la constitución

de arboretos semilleros para la salvaguardia genética sino también la realización de variedades multiclonaes. La vía sexual permanece, por lo tanto, siendo la fuente del mejoramiento.

La variabilidad genética, siempre tan auspiciada, se reduce con la micropropagación, pero nunca impide ampliarla al máximo para aumentar el número de clones, de modo de garantizar una variabilidad suficiente. En este sentido, la reproducción vegetativa se vuelve un instrumento precioso, ampliamente complementario del mejoramiento por vía sexual.

La facultad de arraigamiento de las estacas de las diversas especies de álamo.

Los conocimientos adquiridos en estos últimos decenios sobre la aptitud para la propagación vegetativa de las diversas especies de álamos cultivados y de sus híbridos, si bien todavía incompletos para ciertos aspectos, son actualmente importantes y se utilizan desde el punto de vista práctico con notables ventajas.

Ante todo, digamos que la facultad de arraigo de las estacas depende de factores genéticos, morfológicos, fisiológicos y de factores ambientales y de la interacción entre los factores genéticos y los ambientales.

Comparando las diversas especies de álamos por la capacidad de prendimiento de las estacas leñosas se comprueba lo que sigue:

Álamos negros europeos y asiáticos (Populus nigra L.).

Las estacas arraigan con relativa facilidad, sobre todo las extraídas de ramas de un año creciendo sobre plantas jóvenes y de rebrotes de tocón. Esto se debe a que la reproducción vegetativa es vigorosa, especialmente durante el período juvenil de desarrollo, pero tiende a declinar con la edad. Aún cuando el proceso de envejecimiento en el álamo es cíclico, éste es interrumpido por el proceso opuesto de rejuvenecimiento, el cual puede ser inducido con la mudanza de ambiente, provocando la formación de rebrotes, y con injertos sobre jóvenes portainjertos.

Los vástagos de P. nigra pueden también ser injertados fácilmente sobre portainjerto de otras especies de álamo y ya han sido aplicados con éxito injertos recíprocos de diversas especies de álamo.

Cultivares de P. nigra (tales como la var. thevestina y la var. italica) han mantenido su juventud a través de varios siglos de propagación vegetativa, recurriendo a estacas de brotes del año.

En esta especie, la formación de brotes adventicios sobre las raíces no es tan abundante como en otras especies de álamo y en todo caso los chupones son poco usados para la reproducción.

Se destaca aquí que los caracteres de los árboles crecidos de estacas extraídas de las copas de los árboles adultos pueden ser influenciadas por la topósis.

Alamos negros americanos (Populus deltoides Bartr.).

Las estacas de estos álamos presentan una capacidad de prendimiento muy variable.

En 12 clones seleccionados en Stoneville, Mississippi, ha sido registrada una aptitud variable del 3,1 al 78,1%, con una media de 43,2%. Así, en 16 familias producidas artificialmente, con hibridación controlada, el arraigamiento ha oscilado del 41% al 91%, con una media de 78%.

También en Europa ha sido registrada una notable variabilidad, con mayor dificultad de arraigamiento para los clones de P. deltoides subsp. angulata. Es probable que esto tenga relación con el cambio de las condiciones ambientales con respecto a la del área de origen. Las proveniencias meridionales transportadas más al Norte, donde la duración del día es mayor, alargan el ciclo y, consecuentemente, presentan dificultad de lignificación. En Italia, SEKAWIN (1974) ha demostrado que la estacas de los clones de estas proveniencias se deshidratan más rápidamente y sobreviven en menor medida que las proveniencias más septentrionales.

La aptitud al arraigamiento del P. deltoides, además de irregular, en general resulta inferior a la del P. nigra. Uno de los motivos por lo cuales se recurre a la hibridación del P. deltoides x P. nigra es justamente la característica de transmitir a los híbridos la aptitud óptima para la propagación vegetativa del P. nigra L.

El control genético sobre la capacidad de prendimiento de las estacas es con todo eso muy elevado, razón por la cual es posible conseguir beneficios notables a través del mejoramiento genético y de la selección.

Alamos blancos (Populus alba L.).

La capacidad de arraigamiento de las estacas de P. alba es muy variable. De la bibliografía resulta que las procedencias meridionales (de los países del Mediterráneo y del medio Oriente) se propagan más fácilmente por estaca que las procedencias más septentrionales (países de Europa central y norte).

Los resultados obtenidos por diversos autores son a menudo discordantes. Puede darse que la explicación deba ser buscada, más bien que en la procedencia, en el estado de las estacas utilizadas para la prueba y en las condiciones experimentales, dado que el álamo blanco es considerado más sensible que el álamo negro a los factores externos desfavorables.

Recientemente ha sido encontrada una variabilidad notable en el arraigamiento de las estacas correspondientes a genotipos diversos, pero todos de la misma procedencia (LUCCHESIA).

Desde el punto de vista práctico, puede ser interesante saber que aumentando el largo de las estacas de 20cm. a 40cm. se aumenta notablemente el tanto por ciento de prendimiento.

Es sabido que el álamo blanco, sobre todo la var. bolleana, produce fácilmente rebrotes de raíz que pueden ser utilizados para la propagación.

También presentan una facultad de arraigamiento muy variable las estacas de híbridos entre el P. alba y las especies de P. tremula; se pasa de prendimiento bastante bueno para algunos híbridos a ningún arraigamiento para otros.

Los temblones (Populus tremula, P. tremuloides, P. grandidentata)

Las estacas obtenidas de las ramitas del álamo temblón son incapaces de arraigar, probablemente por motivos inherentes a su estructura anatómica, como por ejemplo la ausencia de primordios radicales.

Varias tentativas para mejorar el arraigamiento de las estacas leñosas mediante la aplicación de varios estimulantes han dado resultados más bien limitados.

En condiciones naturales, el álamo se propaga por rebrotes de raíz que se desarrollan de las raíces próximas a la superficie. En las poblaciones locales de esta especie se pueden, en efecto, observar, además de árboles nacidos de semilla, grupos de árboles originados de propagación vegetativa, por rebrotes de raíz. Estos pequeños grupos de álamos temblones, a menudo constituyen //..

un único clon, como puede fácilmente observarse sobre la base de la elevada uniformidad de algunos caracteres morfológicos y fenológicos. Lógicamente, en tal grupo clonal, los árboles son invariablemente del mismo sexo.

En época reciente se han desarrollado y mejorado otros métodos de propagación vegetativa de esta especie y de sus híbridos, los cuales han vuelto fácilmente posible y razonablemente poco costosa la multiplicación de los individuos, en lo que respecta al trabajo de mejoramiento y la investigación genética. Entre los métodos arriba mencionados de propagación vegetativa, el más adaptado a los usos prácticos es el arraigamiento de las llamadas estacas verdes (todavía no lignificadas) extraídas de brotes originados de parte de las raíces.

Se extrae parte de las raíces, de 10-15 cm. de largo y aproximadamente de 1-2 cm. de espesor y se pone en arena húmeda o cualquier otro medio estéril hasta la aparición de brotes. Los brotes herbáceos (incluidas las hojas) son podados 1-2 cm. arriba del punto de emergencia de las raíces y puestos en medio húmedo estéril, mantenido en invernáculo en un cierto régimen de humedad y temperatura hasta el desarrollo del sistema radicular; después de lo cual, los mismos son transplantados a vivero.

El método, descrito en 1943 por MUHLE LARSEN, ha sido aplicado con éxito en varios institutos. Estos han contribuido a mejorarlo con varias investigaciones, referentes en particular a lo que sigue:

- la época de extracción y el método de conservación de las partes radicales con las cuales reproducir brotes por estacas verdes;
- la composición del medio donde colocar las estacas verdes para hacerlas arraigar;
- el empleo de sustancias que estimulan la formación de las raíces iniciales;
- el estudio de las condiciones microclimáticas durante el desarrollo de los brotes y el arraigamiento de las estacas.

Se ha visto que las partes radicales pueden ser extraídas con éxito en épocas del año muy diversas. Los mejores medios para el arraigamiento de las estacas son la arena, la perlita, la vermiculita y la mezcla de éstos.

compuestos. Los estimulantes usados muy frecuentemente son el ácido beta-indol acético y el ácido indol butírico. Junto a los brotes radicales se puede utilizar otro material para la producción de estacas verdes, tales como partes de plantitas nacidas de semillas, brotes de tocones después de haber podado el árbol y brotes de injertos.

El álamo temblón puede ser propagado con éxito con estacas de raíz colocadas horizontalmente o bien colocadas verticalmente como las estacas leñosas de los otros álamos.

La investigación, a través de la aplicación de las técnicas arriba enumeradas, ha puesto en evidencia una gran variabilidad genética con respecto a la capacidad de propagación vegetativa.

El álamo temblón se propaga con éxito y bastante fácilmente por injerto. El método más frecuentemente usado es el injerto lateral de yemas dormida y el de púa. Durante los primeros años posteriores al injerto, los brotes de yema o de púa son muy vigorosos. El injerto de los ramos florales para los cruzamientos controlados en el álamo temblón puede ser hecho con éxito usando como portainjerto plantitas de un año de temblón, de álamo blanco y de sus híbridos, según las condiciones ecológicas en las cuales se ha previsto que crezca el injerto. Los estudios sobre la posibilidad de producir plantas mediante el cultivo de los tejidos para la propagación, sea del álamo temblón europeo (P. tremula L.), sea del americano (P. tremuloides) y especialmente de su forma triploide, han sido más bien numerosos en estos últimos años. En ambas especies se han obtenido plantas con órganos normalmente diferenciados del cultivo de los tejidos del cuello. Sin embargo, ha sido mucho más difícil provocar la diferenciación de células en un cultivo de tejidos de álamo temblón que en otras especies, como por ejemplo el abedul.

Los balsamíferos (sección Tacamahaca).

Las estacas de estos álamos, en general, arraigan fácilmente.

Sobre el arraigamiento de los álamos de la sección Turanca no tenemos datos experimentales, salvo que no hemos podido hacer arraigar el P. illicitana.

Según H..

el manual de la FAO (1956), es posible el estaquillado del P.euphratica. Los híbridos de P.alba x euhatica, obtenidos en Casale presentan un buen arraigamiento.

También para los álamos de la sección Leucoides (P.lasiocarpa, P.wilsonii, P.ciliata, P.heterophylla) se tiene poca información sobre el arraigamiento de las estacas; parece que la mayor parte de ellos tiene dificultad de propagarse vegetativamente.

Factores que influyen sobre el arraigamiento de las estacas.

La óptima reseña bibliográfica hecha por SEKAWIN (1974) será aquí actualizada con la adición de la información recogida de los trabajos recientes más significativos.

Factores morfológicos.

Ha sido encontrada una relación entre el número de esbozos radicales y la facultad de arraigamiento de las estacas. Tales esbozos son muy numerosos en los balsámiferos y presentes en el P. alba; en cambio, faltan en los temblones. En el C.S.A.F., en Roma, ha sido demostrado que el clon 'I-214' presenta una media de 40 esbozos radicales por estaca, de alrededor de 20 cm de largo, mientras que los clones de P. deltoides tienen una media de 10 cm. Asimismo, el 40 % de los esbozos radicales del 'I-214' se desarrollan en raíces, mientras que en los clones de P. deltoides tales tantos por ciento superan raramente el 20 %. El espesor y la dureza de la corteza pueden tener cierta influencia sobre la aparición de las raíces.

En el I.S.P., en Casale, ha sido observado que el número de los esbozos radicales disminuyen desde la base hacia el ápice del plantón y este gradiente puede ser puesto en relación con el menor prendimiento de las estacas cortadas de la parte apical, en particular en el caso del P. deltoides.

También en Nebraska (USA), C.C.YING y W.T.BAGLEY (1977), trabajando sobre Populus deltoides han obtenido más raíces de las estacas cortadas de la parte basal del fuste que de las extraídas de la parte apical.

Factores fisiológicos

A pesar de que existe sobre este argumento una vasta bibliografía, los conocimientos adquiridos sobre el efecto de los factores individuales sobre el arraigamiento son todavía incompletos.

Entre las principales investigaciones conducidas a la fecha, podemos mencionar aquéllas referentes a:

- a) la edad de la planta, de las partes de la planta y sexo;
- b) la estación de extracción de las estacas;
- c) la influencia de la nutrición;
- d) la influencia de las sustancias estimulantes;
- e) la influencia de las sustancias inhibitorias.

a) Como ya ha sido dicho, los álamos jóvenes se propagan más fácilmente que los viejos, por lo menos en el caso de estacas leñosas. Sobre los árboles maduros los chupones y los rebrotes presentan una facultad de arraigamiento más elevada con respecto a las ramas más viejas.

Los brotes de un año o a lo máximo de dos, suministran las mejores estacas.

Entre la parte mediana y la basal del plantón, las diferencias son inciertas, mientras que la parte apical del fuste, en general menos lignificada y con una densidad inferior de primordios radicales, tiene una tendencia menor a producir raíces. Las diferencias entre el ápice y la base pueden sin embargo ser muy reducidas o sencillamente nulas, si se ponen a arraigar las estacas, todas bien hidratadas, en condiciones óptimas de humedad. Estas condiciones, obviamente, se verifican más difícilmente a pleno campo, donde continúa siendo preferible plantar las estacas y medianas y basales.

De un estudio sobre el arraigamiento de las estacas de P. deltoides, en función del sexo de la planta madre, efectuado por KUSHAL SINGH y G. L. BANSAL (1983), ha surgido que las estacas cortadas de plantas de sexo femenino producen un mayor número de raíces y prenden mejor que aquéllas recogidas de plantas de sexo masculino. Ha sido observado que las estacas femeninas contenían mayor cantidad de carbohidratos que las masculinas.

b) En Francia, con pruebas de trasplante efectuadas en invernáculos en los distintos meses del año, manteniendo constante la duración del día, han sido puestos en evidencia dos mínimos en la actividad rizógena del álamo: en mayo, el más acentuado y en segundo término en octubre.

S. P. BRISQEL (1963), en Louisiana (E.E.U.U. de Norteamérica), hizo un experimento de estaquillado con P. deltoides, en el curso de todos los meses del año. El prendimiento fue bueno de octubre a marzo, disminuyó bruscamente en abril hasta un mínimo en julio. Después, aumentó nuevamente.

Es sorprendente que el máximo fuera alcanzado en octubre-noviembre. M. POLRAT (comunicado por MOTTI), trabajando con estacas verdes de P. alba y de P. tremula, ha obtenido un mejor prendimiento en julio. En los climas negros las

estacas leñosas preparadas en enero y febrero arraigaron menos bien que las cortadas en marzo y abril.

H. M. PHIP y D. A. NETZER (1981), trabajando con estacas de P. x euramericana de fácil prendimiento y de P. alba x P. grandidentata, de más difícil arraigamiento, recogidas en 5 fechas diversas de noviembre a marzo, han comprobado resultados globalmente mejores con las estaquillas tomadas más tarde. Las estacas cortadas en noviembre arraigaron mejor después de 4 meses de conservación a 2,8°C que aquéllas plantadas inmediatamente.

La conservación a 2,8°C podría satisfacer parcialmente los requerimientos de frío para el arraigamiento y para la apertura de las yemas de las estacas tomadas en noviembre.

R. E. FARMER (1966) ha extraído estacas de árboles adultos (de 30-34 años), de P. deltoides al comienzo de los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. El investigador obtuvo un mejoramiento del arraigamiento de diciembre a febrero; en marzo, el tanto por ciento de las estacas disminuyó bruscamente en correspondencia con el comienzo de la floración.

Evidentemente, los resultados cambian de acuerdo a las condiciones climáticas. FRÖHLICH (1959) llamó la atención sobre el hecho de que el calendario astronómico no es suficiente para determinar los períodos fisiológicos y recomendó el empleo de un "calendario fenológico".

En la práctica, la extracción de las estacas se hace durante el invierno, cuando prácticamente ya han transcurrido períodos bastante fríos, para dar lugar a que las bajas temperaturas actúen benéficamente y se realiza hasta cualquier día antes del comienzo de la apertura de las yemas apicales.

La influencia de la nutrición sobre el arraigamiento comprende dos fases distintas: la influencia sobre la planta que suministra la estaca y la acción directa sobre la misma estaca después de su colocación en lugar definitivo.

Sobre el primer punto se han hecho investigaciones experimentales en Italia, dirigidas por C. FRISON (1967). "Barbatelas" 1/1 y 1/2 recibieron 3 dosis distintas de P_2O_5 , K_2O y N . El año siguiente, de tales "Barbatelas" se produjeron estacas, las cuales se cultivaron del mismo

modo. Puede observarse una neta influencia de las fertilizaciones bien fosfáticas, mientras que el potasio y el nitrógeno no han tenido efecto.

En el mismo experimento, los fertilizantes distribuidos en el momento de la colocación de las estacas en vivero no han influido sobre el arraigamiento. Viceversa, VAN DER MEIDEN (1957) observó una acción favorable del fósforo sobre el desarrollo de las raíces y de los brotes. Pero ahora las condiciones experimentales fueron muy distintas, ya que en el primer caso el experimento fue realizado a pleno campo, mientras que en el segundo se trató de cajas en los cuales el fertilizante fue bien mezclado al terreno. No obstante, puede considerarse como acreditado que el fósforo ejerce una influencia favorable sobre el desarrollo de las raíces del álamo.

Según PRESTON (citado por RYUN, 1967), el nitrógeno, en fuerte concentración, deprimiría en cambio el prendimiento.

S. K. RYUN (1967) examina la influencia sobre el arraigamiento de varios compuestos y puso en relieve la importancia de la relación C/N y del contenido en carbohidratos. En los dos experimentos las estacas de arraigamiento fácil tenían una relación C/N más elevada que aquéllas que arraigaban mal; eso, a causa de un bajo tenor en Nitrógeno. Por otra parte, tal cociente era más bajo en junio; estación en la cual, como habíamos visto el prendimiento de las estacas es difícil; además, era más bajo en la parte apical del fuste que en la parte basal.

En un estudio hecho en Escocia por O. O. OKORO y J. GRACE (1975) sobre Populus x canadensis cv. 'I-78', utilizando estacas leñosas recogidas en marzo y estacas herbáceas con hojas recogidas en julio, ha sido obtenido un prendimiento del 100% y del 62%.

En la misma experiencia, el P. tremula ha dado un prendimiento respectivamente nulo para las estacas leñosas y del 19% para las verdes.

En el P. x canadensis, en lo referente a contenido de carbohidratos, mientras que en las estacas leñosas, fue inicialmente muy elevado (14-19%), disminuyó rápidamente (5-10%) con la formación del callo, de las raíces y de los brotes; en las estacas verdes //..

aumentó desde un 5 a 10% en el momento de la plantación, hasta un 15 a 25% después de la formación de las raíces. Al mismo tiempo, sobre las estacas de P.tremula no se revelaba aumento de carbohidratos. La traslocación de los carbohidratos puede estar relacionada con la facilidad de enraizamiento.

FRISON y COCCIA (inédito), el I.S.P. de Casale, han encontrado que el contenido en aminoácidos es más bajo en la corteza del clon 'I-214', conocido por su fácil prendimiento, que en los clones P. deltoides 'Harvard' y el 'I-77/51', de difícil prendimiento.

Parece confirmado que una relación elevada C/N, debido principalmente al bajo contenido en nitrógeno, favorece el arraigamiento.

d-e) La influencia de las sustancias estimulantes y de las inhibidoras no puede ser tratada separadamente dado que en muchos casos la misma sustancia, según sea la concentración, puede tener una acción favorable o desfavorable sobre el desarrollo de las raíces.

Las investigaciones son difíciles, no solamente a causa de la variedad de los compuestos que pueden influir sobre el arraigo, sino también a causa de la variabilidad de su concentración en la planta y de los límites muy estrechos de su concentración óptima. Por otra parte, los métodos de análisis químicos son a menudo demasiado imprecisos para revelar las concentraciones mínimas a las cuales tales compuestos actúan, mientras que los controles biológicos son difíciles y sujetos a la influencia del ambiente. Por último, entre las sustancias activas puede haber relaciones complejas de sinergismo y de antagonismo.

S.K. ~~BYUN~~ (1967) ha aislado de estacas de Populus alba dos promotores y dos inhibidores del crecimiento. Uno de los promotores era el ácido 3-indolacético; - el otro, un polifenol y el ácido cafeico. El efecto de los dos promotores en conjunto, sobre el arraigamiento, fue mucho más fuerte que aquél correspondiente a cada compuesto considerado separadamente.

Las investigaciones realizadas en Italia entre 1963 y 1966 han relevado la presencia de auxinas en las estacas, pero su papel en el proceso de enraizamiento no es claro, ya que aquéllas estaban presentes en todos los clones estudiados y en todas las fases del enraizamiento. Por el contrario, los inhibidores estaban siempre presentes en las estacas //..

Sim Kyn Hyun

en período de dormición y en las estacas que no lograban arraigar pero desaparecían en el curso del arraigamiento. Los tratamientos efectuados a las estacas previo a la plantación con ácido beta indol butírico o con el ácido naftalenacético, realizados sumergiendo el ápice por pocos segundos en solución hidroalcohólica concentrada, no han dado resultados muy satisfactorios con algunos clones de P. deltoides.

Tratamientos con diversas concentraciones de IBA o de NAA (hasta 4000 p.p.m.) o con su mezcla (hasta 2000 p.p.m.) han aumentado el prendimiento de estacas de P. alba pero han tenido escaso efecto sobre el P. tremula (AL-KINAYA, 1981).

Las auximas solas estimulan el desarrollo de los primordios radicales pero no inducen la formación.

Factores ambientales

La fuerte variabilidad del prendimiento de las estacas de un año al otro es debida a la interacción entre diversos factores y entre éstos los climáticos tienen ciertamente una notable importancia.

Se han realizado estudios sobre la influencia de la luz, pero prácticamente su acción directa sobre el prendimiento de las estacas es nula, dado que las estacas son hundidas en la tierra. Más importante, desde el punto de vista práctico, sería el estudio de la influencia del fotoperíodo; es decir, de la relación entre el régimen luminoso al cual es expuesta la planta que suministra las estacas y el prendimiento de las mismas estacas. La luz influye, en efecto, sobre la asimilación y por lo tanto sobre la acumulación de sustancias de reserva y sobre la lignificación de los brotes. Se ha visto que tales factores influyen sobre el enraizamiento.

Una influencia muy neta sobre el enraizamiento es la ejercida por la temperatura y la humedad. W.O. BLOOMBERG (1963) trabajó con estacas de P. trichocarpa, de cv. 'Regenerata' y de cv. 'Robusta' a las temperaturas de 5°, 15° y 25°C. A 5° las raíces de los tres clones mencionados aparecieron después de 60 días; a 15° y a 25° después de 10 días. La cantidad y el largo de las raíces fueron netamente inferiores a 5°, mientras que entre 15° y 25° la diferencia fue limitada. El mismo autor estudió el //..

enraizamiento de dichos clones al 100 % y al 50 % de humedad, con respecto al punto de saturación de las estacas. Obtuvo un desarrollo de las raíces enormemente superior al 100 % de humedad con respecto al presentado al 50 %.

MAINI y HORTON (1966) han hecho arraigar estacas de raíz de P.tremuloides a temperaturas de 14°, 18°, 21°, 31° y 35°C. El máximo desarrollo fue alcanzado a los 21°C. Es probable que para los álamos de la Sección Aigeiros la temperatura más favorable habría sido más elevada. G. FRISON (1967) ha encontrado para el enraizamiento de las estacas de P.deltoides cl. 'Harvard' un óptimo término de 27°C. El mismo autor ha estudiado la influencia de la humedad sobre estacas de dos clones de P.deltoides: el 'Harvard' y el 'I-77/5I' y del híbrido 'I-214'. El experimento fue conducido en macetas conteniendo tierra, con una humedad de 15, 30, 45, 60, 80 y 100 % de la capacidad hídrica. Mientras que la cantidad de raíces sobre las estacas del híbrido 'I-214' fue poco influida por la humedad, sobre las estacas de los clones de P.deltoides había diferencias sensibilísimas entre el 80 % y el 100 % de humedad. Sólo al 100 % de humedad se obtuvo un enraizamiento casi igual en los tres clones. Lo expresado confirma la gran capacidad de adaptación del clon 'I-214' a la humedad y la mayor exigencia de los clones mencionados de P.deltoides.

En lo referente a la naturaleza del terreno, su influencia es ciertamente compleja, pero es probable que la capacidad hídrica sea uno de los factores principales. También la aireación debería tener su importancia.

En Roma, en el Centro de Experimentación Agrícola y Forestal del E.I.C.C. ha sido hecho un experimento de propagación por estacas de algunos clones de P.deltoides y de P. x euramericana en cuatro tipos de terreno, colocados en grandes zanjas revestidas de plástico.

Tales terrenos fueron:

- una arcilla de depósitos aluvionales;
- un terreno limoso;
- arena de depósitos fluviales;
- turba de la zona pantanosa.

En los tres primeros suelos el contenido de arcillas varió del 31% al 7,1% hasta el 1,5%. El pH era del 7,5 al 7,8 en todos los terrenos.

El arraigamiento de las estacas fue netamente peor en la arena que en los otros tres tipos de suelo. El terreno limoso fue ligeramente más favorable que la arcilla compacta y ésta un poco más favorable que la turba. Pero en otra prueba, con estacas de P. deltoides no seleccionadas, los mejores resultados han sido obtenidos en la arcilla compacta; también allí la arena fue netamente menos favorable.

Otros factores, además de la textura del terreno, pueden influir sobre el prendimiento. Por ejemplo, C. ANTONIANI (1937) ha encontrado que el pH óptimo para el arraigamiento y el desarrollo de las estacas de un híbrido euroamericano sería entre 6,0 y 6,5. Viceversa, el clon "I-214" arraiga bien, sea en los terrenos de la Lomellina, con pH entre 5 y 6, como en los de los alrededores de Casale, con un pH entre el 7,5 y 8,0.

El conjunto de los conocimientos respecto a la influencia del ambiente sobre la emisión y sobre el desarrollo de las raíces adventicias del álamo es bastante amplio, pero es necesario continuar profundizándolos. De todos modos, una cosa es cierta: es de fundamental importancia el estado de hidratación de las estacas a condición de que sean elegidas, por supuesto, de plantas jóvenes, sanas y en óptimas condiciones fisiológicas. Para mejorar el prendimiento se necesita asegurar un buen grado de hidratación de las estacas, sumergiéndolas en agua por lo menos durante una semana antes de la plantación y garantizar un buen nivel de humedad del terreno en el cual serán plantadas, recurriendo eventualmente al riego. La inmersión en agua de las estacas por 24 o 48 horas no es suficiente para alcanzar buen nivel de prendimiento porque en tan breves períodos la rehidratación puede ser solamente parcial. La disolución de eventuales inhibidores del arraigamiento requiere también mayor duración del tiempo de inmersión.

La producción de las estacas:

Las estacas pueden ser producidas con diversas técnicas, pero siempre a partir de ramas de un año, procedentes:

a) de plantas de un año destinadas a sacar estacas ("barbatelas");

b) de cepas madres;

c) de plantas jóvenes y sobre todo de barbados (vivero).

La producción de las estacas de plantaciones de un año ("barbatelado").

El "barbatelado" es un cultivo que consiste en la cría de plantitas producidas a partir de estacas, de las cuales se utilizan los fustes o guías de un año, para producir nuevas estacas. Estas plantitas, llamadas en italiano "barbatelas" son criadas expresamente con densidad elevada (70-80000 por hectárea) para contener la ramificación del fuste, el cual estará así bien provisto de yemas dormidas. El espaciado más en uso es de 1,30m. entre las hileras y de 10cm. sobre la hilera. Se pueden también adoptar hileras dobles, manteniendo constante la densidad, pero resulta más difícil el desmalezamiento en el interior de las mismas (40 cm. entre una hilera y la otra). De cada "barbatela", una vez extirpada, se obtendrán 5-6 estacas utilizando la parte mediana basal del fuste y, obviamente, una sola "barbatela suelta", podando la parte radical a 3-4 yemas arriba del cuello.

El empleo de la "barbatela suelta" para la constitución del vivero ya está en desuso en Italia, país en el cual tuvo origen esta técnica.

Es buena norma rehacer el "barbatelado" cada año, sobre todo para los clones sensibles a la virosis, pero con algunos euroamericanos se puede a veces recurrir al recepado y a la crianza de nuevos rebrotes del tocón.

Las ventajas del "barbatelado" renovado anualmente, confirmadas por las experiencias de ya varias décadas, son representadas por la óptima calidad del material de propagación producido y por su buen estado sanitario.

Para la constitución del "barbatelado", las estacas serán siempre obtenidas de guías de un año y bien agostadas, crecidas de las plantas de un año o de cepas madre. Estas últimas, por prudencia, no deberán ser demasiado viejas (5-6 años al máximo) y habrán de ser siempre bien cultivadas.

Sobre este argumento vale la pena recordar una de las pruebas efectuadas en Italia por casi un decenio (de 1970 a 1979). Ha sido realizada sobre un "barbatelado" recepado del clon 'I-214', en parte, fertilizado y en parte no fertilizado y directamente privado de la cubierta vegetal (las hojas fueron del período vegetativo). Ha resultado que el vigor de los brotes (evaluado sobre la base del diámetro y de la altura al final del año) ha ido aumentando en los primeros tres años y sucesivamente disminuyendo, aún cuando lentamente, en ambas parcelas. Las dimensiones mayores de los rebrotes fueron registradas en las plantas madres fertilizadas; pero, en el transcurso del tiempo, tanto la producción como la mortalidad de las cepas madres han sido totalmente análogas. Tampoco, en cuanto se refiere al prendimiento de las estacas y al crecimiento de las plantitas en el complejo, han sido notadas diferencias dignas de mención entre los materiales procedentes de las dos parcelas.

Por lo tanto, no siempre resultan fundamentadas las afirmaciones de que las estacas obtenidas de cepas madres viejas son plantas poco vigorosas. Ciertamente, en la fase inicial, éstos pueden tener un crecimiento más lento, dependiente de las menores sustancias de reserva, pero el crecimiento sucesivo, determinado sobre todo por las condiciones ambientales, se produce normalmente. El que las condiciones ambientales sean las determinantes al final del crecimiento lo demuestra el hecho, experimentado por nosotros muchas veces, de que plantas sufrientes y envejecidas en situaciones extremadamente difíciles, comienzan a crecer vigorosamente después del trasplante en situaciones más favorables. El potencial de crecimiento no se ha perdido definitivamente sino sólo mientras perduren las condiciones ambientales adversas.

En cada caso, también para el "barbatelado", y no solamente para el vivero, conviene usar estacas óptimas, para tener garantía de éxito en la producción de buen material de propagación. En el "barbatelado" recepado, sobre todo con clones de P. deltoides, además de la dificultad de orden sanitario (difusión del PMV), se tiene la producción de fustes muy gruesos y muy ricos en ramas anticipadas. Ni los unos ni los otros se prestan a la producción de estacas, por lo cual se tiene una elevada cantidad de material de desarte. Las partes de fuste con diámetro suficiente, pero con ramas anticipadas, pueden ser utilizadas solamente si en la base de estas no hay yemas secundarias.

Producción de estacas a partir de cepas madres.

Esta técnica es muy difundida en Francia, mientras que en Italia ha sido adoptada solamente para conservar clones de cierto interés (archivo).

Las cepas madres son plantas desmochadas a pocos decímetros del terreno, que desarrollan cada año una cierta cantidad de ramas, de pocas unidades a un centenar, según su edad, su vigor y el tipo de álamo.

Las distancias son elegidas de modo que se pueda pasar fácilmente entre las hileras, las cuales serán espaciadas de 2 a 2,20 m. Sobre la hilera las distancias serán en general de un metro. La plantación será hecha en hoyos. Las dimensiones de éstos dependen del tipo de planta que se desea emplear. Las plantas de un año convienen perfectamente si son vigorosas y bien arraigadas. En este caso son suficientes hoyos de 40 cm de diámetro y de profundidad. Si se desea tener más rápidamente una fuerte producción de estacas, se prefieren plantas de 2 años, de la clase superior: en este caso convienen hoyos de 60 cm de diámetro y de profundidad. En todos los casos los hoyos serán abiertos con barreno y las plantas deberán ser alineadas cuidadosamente para permitir las araduras mecánicas. Pueden ser utilizadas también estacas de unos 50 cm de largo, pero aumentan los cuidados, sobre todo en el primer año. Las plantas así instaladas serán recepadas en general a 40-50 cm del suelo. Esta es la altura mejor para asegurar una buena inserción de las ramas sobre la planta desmochada.

Una cepa madre produce normalmente el primer año de 3 a 5 guías vigorosas de un metro a un metro y medio de largo y cada una puede suministrar de 3 a 5 estacas (en total 10 a 25 estacas). En los años sucesivos esta producción se eleva hasta aproximadamente 70 estacas al tercer año (con variaciones importantes). En Francia se aconseja no conservar las cepas madres más de 6 años. No se conoce una explicación científica, pero los viveristas saben que el vigor de las plantas obtenidas a partir de las cepas madres disminuye a medida que la edad de éstas aumenta. Téngase presente que en este país las estacas obtenidas de las cepas madres son utilizadas para la implantación del vivero, en el cual es importante la uniformidad del material producido.

Un vivero que tenga necesidad de 50.000 estacas por año deberá contar con unas 700 cepas madres en plena producción, las cuales ocuparán una superficie de 14 áreas.

a 2 m x 1 m (ó 28 áreas a 2 m x 2 m). Será necesario prever la renovación de un tercio cada 2 años, lo que significa que la superficie indicada debe ser duplicada. La reimplantación del mismo cultivo sobre el mismo terreno es preferible que se produzca después de un reposo de duración semejante a la de la ocupación. Esta última ha sido prevista de 6 años.

Numerosos especialistas dicen que las cepas madres, aún en los primeros años, dan estacas de calidad inferior con respecto a las plantas normales de 2 ó 4 años (ramas laterales) o a los brotes de estaca de un año. Estas afirmaciones no han sido confirmadas con seguridad.

Estacas de ramas de plantas jóvenes y en particular de barbados para plantación de un año.

Las estacas de ramas no presentan relevancia en la alamicultura italiana, sino que desempeñan una función complementaria. En cambio, en la práctica tradicional de la alamicultura del vecino oriente o de otras partes del mundo, es frecuente la obtención de estacas a partir de las ramas. En tales países las ramas son podadas del fuste de árboles que a menudo son viejos y puestos directamente en lugar definitivo sin pasar a través de la etapa de vivero.

Estas ramas son sacadas muy a menudo al azar y tienen forma más o menos defectuosa. No obstante, es posible que parte de las plantas obtenidas posea una forma correcta. El fenómeno de topósis no parece manifestarse en el álamo fastigiado del cercano oriente (P. nigra thevestina).

Otro problema que se presenta en los casos descritos es que una buena parte de las ramas empleadas son débiles y las plantas que de ellas derivan, poco vigorosas, serán rápidamente dominadas por las vecinas y por lo tanto la disformidad es muy elevada.

La preparación de estacas a partir de ramas puede ser hecha para constituir el "barbatelado". Se tomarán siempre de las ramas sobre árboles jóvenes, eligiéndolas entre las más fuertes y suficientemente verticales para que no presenten curvas acentuadas.

Es preferible que los árboles de los cuales se efectúa la selección de ramas no tengan más de tres años de plantación.

Se recurre a los árboles más viejos sólo cuando se trata de propagar un clon de particular interés. En este caso se eligen ramas gruesas, de 2-4 años de edad, de las cuales se extraerán segmentos de 80-100 cm. con yemas latentes. Estas yemas están situadas en correspondencia con el "verticilo", inmediatamente por debajo del anillo que separa el crecimiento entre dos años sucesivos o en la base de las ramas laterales. El corte superior debe ser hecho a 5 cm. por encima del "verticilo". Las estacas se sumergen en agua, por lo menos dos semanas antes de la plantación. Esta será hecha en hoyos profundos de 50-70cm.

El prendimiento, si se tiene la precaución de humedecer mucho el material, puede ser prácticamente total para los clones de P.nigra, de P.deltoides, para los euramericanos más difundidos y bueno también con los álamos blancos.

En España, donde la alamicultura representa una actividad importante, el vivero está constituido por estacas elegidas de las ramas de los barbados, especialmente de 2 años.

Del vivero de 2 años se tomarán las ramas turionales y del vivero de un año sobre todo las ramas basales o, comunmente, aquéllas más vigorosas. Las ramas son a menudo sacadas en el momento del arranque de los barbados, para su plantación en lugar definitivo. La preparación de las estacas se hace a continuación de aquella operación.

Los métodos más rápidos para los clones experimentales

Como ya se ha dicho, entre todas las técnicas indicadas para la producción de estacas, en Italia se da la preferencia al "barbatelado".

Este procedimiento ofrece la posibilidad de producir guías de dimensiones uniformes y privadas o escasamente dotadas de ramas anticipadas. Las mismas, además, se prestan para la cosecha mecánica. El rendimiento puede ser evaluado en promedio según la relación 1:5 en términos de estacas o según la relación 1:40 en términos de superficie (de 1 ha. de "barbatelado" se extraen estacas para 40 has. de vivero). Pero si bien esta técnica es ventajosa para la propagación de los clones comerciales, no puede ser considerada la más adaptada para una multiplicación inicial veloz de los clones experimentales. Se puede propagar mucho más rápidamente un nuevo clon plantando las 5 estacas obtenidas de una guía a la densidad del vivero o aún más baja (2,20 m. x 0,70 x (0,90)), con preferencia a la del "barbatelado" (1,30 m x 0,10 (0,15)), provocando la ramificación de la //.

plantita con tinciduras para extraer las estacas de las ramas anticipadas que, a espacioso tan amplio engrosan lo suficiente. De las 5 estacas iniciales, en vez de las 25, se pasará a 250 en un año y en vez de las 125 se pasará a las 12500 en dos años.

Con la técnica de las estaquillas cortadas a 6-7 cm, hechas para arraigar y germinar en pequeños recipientes colocados en condiciones controladas y sucesivamente enterradas en el campo, las potencialidades se multiplican. Son necesarios cuidados muy asiduos, pero los mayores costos son justificados por el interés particular del material experimental.

Con la micropropagación, la rapidez es todavía mayor, pero no es necesario recordar que los nuevos clones deben ser difundidos gradualmente y a este respecto pueden ser suficientes los métodos de macropropagación arriba indicados.

Cuidados culturales del "barbatelado" y el vivero de plantas madres.

Dada la importancia del estado de nutrición de los fustes y de las ramas de las cuales se extraerán las estacas, el terreno donde serán cultivados el "barbatelado" y las plantas madres deberá ser fértil, ligero, profundo y bien provisto en nitrógeno y fósforo, con un pH comprendido entre 6,5 y 7,5 y ayudará también una fertilización abundante, sea mineral u orgánica. Es oportuno suministrar de 400 a 500 gq/hasta de estiércol, directamente para el cultivo del álamo o, mejor todavía para la planta escardada que la precede, por la influencia positiva de la sustancia orgánica sobre las características físicas del terreno.

Las plantitas en "barbatelado" tienen necesidad de cuidados frecuentes sobre todo en lo que respecta a la fertilización y al riego, siendo destinadas a la producción de estacas para la implantación del vivero.

Ha sido demostrado que, a principios de agosto, con una producción de biomasa correspondiente al 45% del total anual, la absorción de nitrógeno ya había alcanzado el 72%, la del fósforo, el 50% y la del potasio, directamente el 35% del total. El nitrógeno, el fósforo y en particular el potasio son por lo tanto absorbidos precozmente y de ello deriva una utilización particularmente intensa de estos elementos de parte de las plantas jóvenes.

En consecuencia, el "barbatelado" debe ser fertilizado abundantemente.

El riego debe ser regular y abundante, especialmente en los meses de verano.

La temperatura debe ser mantenida entre 15 y 20°C, evitando las heladas.

El "barbatelado" debe ser sembrado en el...

Los transportes minerales han sido calculados, tanto para el "barbatelado" normal, esto es en el curso de la primer estación vegetativa después de la plantación de las estaquillas, como para el "barbatelado" recepado, o sea también en el curso de la estación vegetativa después del primer recepado.

En el "barbatelado" normal (F_1R_1) la producción total en sustancia seca (media de los años 1965 y 1966) ha sido de 196,72 qq/ha para el clon 'I 214' y de 161,95 qq/ha para el clon 'I 45/51'.

La cantidad de sustancias nutritivas absorbidas, correspondientes a la sustancia seca, resultan las siguientes (Kg/ha):

| Clon | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
| 'I 214' | 253,25 | 72,56 | 186,62 | 260,61 |
| 'I 45/51' | 225,02 | 60,40 | 166,30 | 207,83 |

Admitiendo que todas las hojas y el 50% de las raíces laterales permanecen en el campo, la cantidad de sustancias nutritivas efectivamente transportadas, expresadas en Kg/ha, resultaron las siguientes:

| Clon | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
| 'I 214' | 126,83 | 42,61 | 82,33 | 120,17 |
| 'I 45/51' | 102,68 | 34,61 | 64,80 | 80,77 |

En el "barbatelado" recepado ($F_1+F_1R_2$) en total la producción de sustancia seca, evaluada al final de cada uno de los dos años para las hojas y el fuste y sólo al final del segundo año para las raíces laterales, ha resultado de 435,83 qq/ha para el clon 'I-214' y de 396,45 qq/ha para el clon 'I-45/51'.

La cantidad de sustancias nutritivas absorbidas, correspondientes a la sustancia seca, resultan las siguientes (datos expresados en Kg/ha):

| Clon | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
| 'I 214' | 495,66 | 159,32 | 402,47 | 599,67 |
| 'I 45/51' | 482,93 | 152,65 | 392,03 | 532,37 |

Admitiendo que, también en este caso, todas las hojas y el 50% de las raíces laterales permanezcan en el campo, la cantidad de sustancias nutritivas efectivamente exportadas, en dos años, expresadas en Kg/ha, son las siguientes:

| | Clon | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------|------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
| 'I 214' | | 245,94 | 99,72 | 179,31 | 285,53 |
| 'I 45/51' | | 225,97 | 95,50 | 166,86 | 231,35 |

Supongamos que se desea adecuar la fertilización de mantenimiento a los minerales extraídos. En ese caso, la cantidad de unidades fertilizantes a incorporar al terreno, si se tienen en cuenta también los fenómenos de deslavadura y de inmovilización de los iones, debería girar alrededor de los 100 Kg/ha de P₂O₅, de K₂O y de N₂. Para el nitrógeno, la cantidad puede parecer insuficiente, pero su limitación tiene el objeto de favorecer una relación C/N más adecuada en los tejidos. Esa relación, como se sabe, no debe ser demasiado baja para no influir negativamente sobre el prendimiento de las estacas.

Después de la fertilización, la cantidad de elementos fertilizantes a suministrar debería ser aumentada en un 20-25%

La cantidad de agua correspondiente a la sustancia seca producida durante la estación vegetativa (de abril a septiembre) varía de 600 a 700 mm. Consideremos como ejemplo la llanura padana: allí la pluviosidad media es de 300 mm en ese lapso y debe, por consiguiente, aportarse mediante el riego otro tanto.

Dentro de la finca, el "barbatelado" debe ser inserto en la rotación normal de los cultivos agrarios, evitando volver consecutivamente sobre la misma superficie de terreno.

La preparación del terreno se realiza con labores profundas cuando el terreno es duro, preferentemente en verano, para favorecer tanto la destrucción de las malas hierbas como las transformaciones físico-químicas del suelo.

En el momento de la plantación de las estacas, el terreno debe estar bien limpio, picado y bien nivelado.

La elección de las estacas, si bien es menos importante que lo es para el vivero, debe, sin embargo, ser realizada con mucho cuidado.

La parte apical de la guía, correspondiente a aproximadamente un tercio de la altura total, se elimina, en general, por los motivos ya explicados. Teóricamente, una estaca de 5-6 cm. con una yema bastaría pero, para la plantación en pleno campo, se recomiendan las estacas de por lo menos 20 cm. para asegurar al brote joven reservas suficientes. Esta es la longitud óptima también para su plantación a máquina.

El diámetro de las estacas varía con el clon y, en general, está comprendido entre 1 y 3 cm. Para los deltoides (y con dominancia deltoides), el mínimo es de 15 mm., porque el espesor de la médula es a menudo consistente. Un buen criterio es aquél de obtener estacas que no se fuerzan fácilmente durante la hincadura en el terreno. Es importante dejar junto al corte superior de la estaca, una yema durmiente en buenas condiciones.

El cuidado principal de este cultivo es la lucha contra los infestantes, la cual se realiza con productos químicos y con deshierbe mecánico con escarificador.

El deshierbe químico se hace antes de la brotación con productos a base de trifluralin + linuron (Nemifest o Trinulan) a las dosis de Kg. 0,8 + 0,4 de p.a./ha; añadidos a otros de base de alacloro (Lasso) o de metacloro (Dual) a las dosis respectivas de 1,4 Kg. ó 1,0 Kg. de p.a./ha (por ejemplo 3,5 Kg. de Trinulan + 4 Kg. de Lasso por ha. o bien 3,5 Kg. de Trinulan + 2,5 Kg. de Dual por ha. para la superficie efectivamente tratada).

La lucha contra los insectos considera sobre todo las "gemmaiola" y la polilla de la madera. El "Crittorinco" y la "Saperda" sp. se pueden instalar sobre las cepas después del recepado y es sobre éstas que debe hacerse una cuidadosa desinfestación.

El recepado es absolutamente desaconsejado con los clones sensibles al PMV, para evitar el empleo de estacas infectadas. Se realiza, en cambio, con el clon 'I-214' y otros clones euroamericanos.

En lo que respecta a las plantas madre, en Francia, donde el cultivo está muy difundido, en el año de la puesta en lugar definitivo se aconseja aportar fertilizantes químicos azoados y fosforados. De preferencia, se esparcerá fosfato biamónico a razón de 800 a 1000 Kg/ha. que puede ser reemplazado por un fertilizante azoado, nítrico o amoniacal y un compuesto fosfático, escorias, en el terreno con tendencia

ácida, superfosfato, si el terreno tiende a ser alcalino. Si los análisis revelan que el terreno es pobre en K se darán 100 Kg. de K_2SO_4 por ha (50 Kg. K_2O). Los fertilizantes son enterrados mediante una aradura profunda (35-40 cm) efectuada al comienzo de septiembre, seguida algunas semanas más tarde, por carpidas superficiales, con discos o cultivadores a dientes.

La preparación del terreno puede ser también terminada en octubre si el terreno no es demasiado húmedo y la plantación de la cepas madre se verá así hecha al comienzo del invierno. Si lluvias abundantes han impedido la preparación del terreno se terminarán las labores en febrero-marzo y se plantará a fines del invierno.

Los brotes comenzarán a desarrollarse en abril-mayo. Su vigor depende de las condiciones propias del vivero, la fertilidad del terreno, en particular, y también de las condiciones climáticas. Sucede con frecuencia cuando la estación transcurre de modo favorable que los brotes sean extremadamente vigorosos.

La rama principal es en tal caso demasiado gruesa, por lo menos en su base y muchas yemas se desarrollan en feminelas. Estas últimas no se adaptan a la producción de estacas sobre una gran parte de su longitud, siendo demasiado delgadas. Conviene, por lo tanto, aumentar el vigor de estas ramificaciones de segundo orden, desmochando el brote principal. Como dato orientativo podemos decir que a latitudes superiores a los 45° esta operación tendrá lugar a fines de junio y se podará a 50 cm. del punto de inserción sobre la planta madre. Más al sur, el desmoche se hará más precozmente y más alejado de la base. Para el desmoche de los brotes se usan las tijeras; el trabajo es muy rápido.

Las cepas madre deben ser objeto de atentos cuidados culturales. Hospedan numerosos insectos y para luchar contra éstos debe ser aplicado un tratamiento a principios de abril, antes del comienzo de la vegetación. En caso de ser ello necesario, se realizarán otros tratamientos insecticidas y fungicidas durante el período vegetativo. Su número depende de la naturaleza y del ciclo de los parásitos. Los más frecuentes son los insectos típicos del vivero de álamos, tales como el taladrillo (*Cryptorhynchus lapathi* L.), el tábano (*Sciapteron tabaniforme* Rott.), la semasia (*Gipsonoma aceriana* Dup.), la saperca (*Saperda carcharis* L.), la crisomela (*Melasoma populi* L.), etc.

Es obvio que en caso de escasas precipitaciones y de insuficiente disponibilidad hídrica del terreno, es necesario regar.

Recolección de las guías y de las ramas.

Después de la caída de las hojas, se puede comenzar a recoger las guías y las ramas. No deben ser cortadas demasiado pronto, salvo que no se disponga de una cámara fría o de otro lugar bien protegido, donde puedan permanecer sin sufrir daños durante varios meses. En efecto, se ha constatado una disminución del tanto por ciento de prendimiento y de desarrollo de las estacas preparadas del material recogido en diciembre y puesto en barbecho de inmediato. El problema de la conservación de las estacas será vuelto a tratar más adelante.

La recolección de las guías en "barbátelado" se realiza mecánicamente, podando las guías con una sierra circular a 5 cm del nivel del suelo. Después de haber eliminado las dominadas y las superdominantes (con diámetro a 50 cm, respectivamente inferior a 1 cm y superior a 4 cm), las guías son clasificadas a ojo en base a la altura y reunidas en "zanjas" para ser transportadas a la finca. Aquí pueden ser cortadas inmediatamente en estacas o conservadas al reparo, a la espera de esa operación.

La recolección de las ramas de las plantas madre se hace manualmente y deben cortarse todas, sea cual fuere su vigor. Las que tengan menos de un centímetro de diámetro en la base serán destruidas; también lo serán todos los trozos con heridas, o con alteraciones accidentales debidas a enfermedades o parásitos. La parte basal se elimina, si es torcida. Se eliminan también las partes sin yemas o aquellas demasiado gruesas (más de 3 cm de diámetro) y la extremidad superior de las ramas no agostadas. En la práctica, basta eliminar aquellas que presenten una flexibilidad tal que señale una lignificación incompleta.

El corte de las estacas se puede hacer con tijeras a mano o tijeras neumáticas o hidráulicas. O bien, como en Casale, o en los viveros de grandes dimensiones - con máquina apropiada. El corte apical debe ser realizado a 1-2 cm, sobre una yema en buenas condiciones y debe ser horizontal. El basal, normalmente, es efectuado a pico de flauta, para facilitar la penetración de la estaca en el terreno. Los cortes deben ser siempre bien netos y por lo tanto las herramientas deben mantenerse bien afiladas.

El punto del corte sobre la estaca no es muy importante. En el álamo no existe la necesidad de cortar cerca de un nudo. No se notan marcescencias cuando se corta en el internudo.

En la mitad inferior de las ramas (la única utilizada) las yemas son lo suficientemente vecinas para que por lo menos una pueda encontrarse a 3 cm de la extremidad y, por lo tanto, próxima a la superficie del suelo, de la cual emergerá el brote fácilmente.

Las guías privadas de ramas están provistas de yemas primarias bien desarrolladas; mientras que, aquéllas que poseen ramas anticipadas presentarán a la base de estas últimas, yemas secundarias.

Obviamente, son preferibles las yemas primarias; sin embargo, para muchos clones, las yemas pequeñas - generalmente dobles - visibles en la base de las ramitas formadas de yemas anticipadas en el transcurso de la estación vegetativa, son vitales y pueden germinar normalmente.

Esas yemas germinan más tarde; pero, gracias a las mayores sustancias de reserva (las guías que ramifican suelen engrosar más que las lisas), el crecimiento al primer año es tan bueno como el de las yemas normales. Es necesario, sin embargo, tener la precaución de separar las estacas con yemas durmientes, de germinación más tardía, de aquéllas con yemas normales, de germinación más precoz, para evitar que se produzcan fenómenos de competición hasta la primera fase del desarrollo.

Por supuesto, de las estacas con yemas dobles se formarán brotes dobles, por lo cual corresponderá intervenir para suprimir uno.

Conservación de las estacas

No se recomienda preparar las estacas demasiado pronto. Es mejor cortar las guías o las ramas y colocarlas, provisoriamente, en paquetes cuidadosamente etiquetados, en cámara fría o bien sumergiendo la base en un curso de agua. Normalmente, es a partir de fines de febrero que se comienza a cortar las estacas para plantarlas en marzo-abril.

Se pueden cortar las estacas para una plantación inmediata; no obstante, a menudo conviene separar las dos labores. Para aprovechar, al mismo tiempo, los efectos de la vernalización, la solución práctica es conservar las estacas en sacos de plástico (sin exceso de humedad), almacenados en cámara fría entre -2 y $+2^{\circ}\text{C}$ (de 1 a 3 según otros). En Casale Monferrato se usan temperaturas de 2 a 4°C . La temperatura de conservación debe ser homogénea. El frío debe poder circular entre las pilas de sacos de plástico poco profundas. La puerta debe ser abierta lo menos posible para evitar un aumento, aunque débil, de la temperatura y, por consiguiente, una emisión de raíces. Las estacas se conservan también a $+4^{\circ}\text{C}$, pero solamente hasta la mitad de marzo. Las estacas del clon 'Eridano' comienzan a brotar mucho antes que la de los euramericanos, a temperatura alrededor de los $4-5^{\circ}\text{C}$. Lo mismo sucede con las estacas de los clones balsamíferos en general. Para estos genotipos, la conservación se realiza a temperaturas más bajas.

Si el terreno no puede ser preparado correctamente (hielo, fuertes, lluvias), se conservarán las estacas en cámara fría entre 1 y 3°C , pero en sacos de arpillera, mojados, para evitar su desecamiento. Así pueden permanecer hasta junio. Se conservarán también las estacas de álamo que exijan ser colocadas en lugar definitivo en terreno bastante caliente (algunos P. deltoídes). Sin embargo, en general es, en abril que se alcanza la temperatura adecuada.

Es prudente sacar el material de la cámara fría alrededor de una semana antes de la plantación y controlar el estado de hidratación. Las estacas un poco deshidratadas prenden siempre con dificultad, sobre todo si el terreno definitivo no posee condiciones ideales de humedad. Una inmersión en agua de por lo menos una semana constituye un remedio óptimo y tiene una acción benéfica estimulante sobre el arraigamiento. Los álamos balsamíferos, en cambio, son más sensibles a la asfixia, por lo cual debe controlarse oportunamente la inmersión en agua, evitando dejar las estacas demasiado tiempo (3-4 días serán suficientes).

Recurriendo a la conservación de las estacas el terreno puede, por lo tanto, ser preparado en las mejores condiciones y la plantación escalonarse hasta fines de abril o también hasta más tarde con clones de brotación tardía. El calor aumenta netamente la rapidez de emisión de las raíces, susceptibles de formarse en 48 horas en ambiente a más de 10°C.

La conservación en la nieve da igualmente resultados satisfactorios. La luz se añade al frío para dar un estado fisiológico óptimo.

La parafina en la extremidad de las estacas reduce la pérdida de agua. Se puede aprovechar el parafinado para caracterizar los diversos clones que se cultivan: se mezcla un polvo colorante con la parafina en fusión y se sumerge la extremidad de las estacas que han sido reunidas en paquetes.

Las dos extremidades pueden ser coloreadas de distinto modo y con la combinación de 6 colores diferentes es posible distinguir una cincuentena de clones (incluida las combinaciones en las cuales la parafina no ha sido coloreada sobre una o ambas extremidades).

En Casale ha sido hecha, en 1963, una prueba de conservación sobre 6 clones distintos, en tres medios diferentes: arena, turba y perlita. El prendimiento medio de las estacas conservadas en dichos sustratos fue, respectivamente, del 75%, del 67% y del 54%.

Es recomendable desinfectar las estacas antes de la plantación y controlar una por una en la etapa de la plantación definitiva.

Tratamientos tendientes a mejorar la capacidad de arraigamiento:

El examen de los factores que regulan la emisión y el desarrollo de las raíces sugiere los medios para mejorar la capacidad de arraigamiento.

Ante todo, en el caso de las estacas durmientes, se deben elegir vástagos jóvenes, bien lignificados, descartando las puntas.

La colocación en lugar definitivo debe producirse en condiciones de temperatura y de humedad favorables. La inmersión de las estacas en el agua antes de la plantación es siempre útil, como también lo es el riego después de la plantación. La cobertura con pliegos de //.

plástico sirve para conservar la humedad y el calor, pero necesita mucha atención para evitar el sobrecalentamiento y representa un método costoso. En consecuencia, debe ser reservada para el material particularmente valioso o que deba propagarse en condiciones difíciles. Eso vale también para la propagación con la nebulización.

C. HEIMBURGER (comunicación personal) escribe que en Canadá, donde el otoño es largo y seco y la primavera muy breve, se busca hacer todo el trabajo posible en otoño. Por eso las estacas son plantadas en otoño, al ras del suelo y recubiertas con tiras de polietileno que las protegen contra el hielo. En Roma ha sido probado un tratamiento con sustancias plásticas en suspensión acuosa (Vitiplast) aplicado a las estacas de modo de crear una lámina protectora. Se ha obtenido un mejoramiento del prendimiento, pero falta establecer si tal mejoramiento cubre los gastos del tratamiento.

En Casale ha sido experimentado el esparcimiento de sustancias alquitranadas sobre el terreno, para reducir la evaporación, pero el método ha resultado de difícil y fastidiosa aplicación y no ha influido en el prendimiento de las estacas.

Los más específicos entre los tratamientos realizados con miras a mejorar el prendimiento son las aplicaciones de auxinas o de sustancias rizógenas. Sobre tales sujetos existe una amplia literatura, pero pocas noticias se tienen sobre su acción sobre el álamo.

El problema ha sido bien resumido por H.C. FRÖHLICH (1959). Este investigador pone en evidencia que antes de aplicar sustancias rizógenas debería conocerse el tenor en auxinas naturales de la planta, a fin de realizar la concentración óptima. Dado que tales sustancias aumentan rápidamente en la época del despertar vegetativo, las estacas deberían ser preparadas antes de la brotación. De tal manera, sería fácil determinar el nivel y encontrar la concentración adecuada de las auxinas a aplicarse.

No obstante el gran número de compuestos que han sido probados para estimular el arraigamiento, parece que sólo los ácidos β -indolacético, β -indolbutírico y α -naftalenacético tienen una eficacia bastante pronunciada. Pero también la acción de dichos compuestos no es constante y es muy sensible a la influencia del ambiente y de los factores internos de la planta.

SATOO (no publicado) ha tratado estacas de P x euramericana cv. "I-214" con ácido 3 - indolacético y α - naftalenacético y con ácido giberélico. Las auxinas favorecen el desarrollo de las raíces, pero no el de los brotes. El ácido giberélico, sea solo o en combinación con el AIA y con el ANA, ha estimulado la aparición y el crecimiento de los brotes, pero no el desarrollo de las raíces.

R.E.FARMER (1963) ha obtenido un notable mejoramiento del arraigo de estacas tratadas de rebrotes de P. tremuloides y de P. grandidentata sumergiéndolas por 24 horas en una solución de ácido 3 - indolbutírico a 100 p.p.m. También A.E. RAGONESE y F.A. ALBERTI (1969, no publicado) han obtenido un efecto favorable utilizando el ácido 3- indolbutírico a 50 p.p.m.) sobre estacas de álamo pertenecientes a varios clones.

Los tratamientos realizados en Casale Monferrato durante más temporadas, con diversas auxinas sintéticas, con glucosa, con sales minerales y con 2, 4 D, a distintas concentraciones, han dado resultados muy variables y contradictorios.

Investigaciones realizadas en Roma sobre la absorción del AIA y del ANA, marcados con H^3 y con C^{14} respectivamente, de parte de estacas de diversos clones de P. deltoides, han demostrado que el AIA es absorbido más rápidamente que el ANA y que puede ser empleado a concentraciones más elevadas (hasta 500 p.p.m.). El ANA, a tales concentraciones, ha provocado fenómenos de desintegración de la corteza, por lo cual el AIA se presta mejor que el ANA para tratamientos energéticos de corta duración.

También FRÖHLICH (1959) ha hecho investigaciones sobre la absorción de soluciones de sustancias rizógenas y ha encontrado que una temperatura más bien elevada (20-22° C) y exposición a la luz favorecen la absorción. Pero, dada la dificultad de dosar exactamente en forma cuantitativa la concentración de los líquidos absorbidos, el mismo autor prefiere los tratamientos en seco, donde las auxinas son absorbidas por un polvo de talco que las cede lentamente, prolongando así la acción.

En conclusión, parece que en el estado actual del conocimiento, las sustancias rizógenas artificiales no constituyen un medio seguro y económico para mejorar el prendimiento de las estacas de álamo (SEKAWIN, 1970). De todos modos, vale la pena continuar estudiándolas y experimentándolas.

Para obtener buenos resultados en la propagación vegetativa de clones de difícil prendimiento, es necesario desarrollar una técnica que tenga en cuenta todos los factores que influyan sobre la rizogénesis y sobre el desarrollo sucesivo de las raíces y de los brotes, a fin de poder crear las condiciones más favorables. En otras palabras, se debe profundizar el conocimiento de la fisiología y perfeccionar los procedimientos.

EL CULTIVO DEL VIVERO

La plantación.

Por vivero, en alamicultura, se entiende el cultivo destinado a proporcionar los barbados para la implantación del monte de álamos a través de un ciclo de un año o, más frecuentemente en Italia, de dos.

Para realizar la elección de la localización del vivero deben tenerse en cuenta diversos factores:

- naturaleza del terreno, física y química (que puede ser mejorada con correctores y abonos);
- alimentación en agua, existencia de una capa a profundidad accesible a las raíces; posibilidad de riego;
- superficies suficientes para permitir una cierta rotación del vivero con cultivos herbáceos;

En la elección del sitio debe tenerse en cuenta que el costo del transporte es elevado y que es necesaria una supervisión casi diaria durante el período vegetativo. En consecuencia, el vivero debe ser instalado en la vecindad de la residencia del encargado del mismo y en el área de utilización de los barbados. Naturalmente, es necesario evitar zonas con microclimas desfavorables.

La elección del terreno.

La elección del terreno debe responder a criterios tanto técnicos como económicos. Desde este último punto de vista, siendo la producción de barbados un cultivo redituable, para el vivero se pueden utilizar terrenos de alto valor. Si el cultivo es realizado muy cuidadosamente, pueden asimismo corregirse algunos defectos.

Se preferirán, por supuesto, los terrenos agrícolas buenos, vale decir los que presentan una textura equilibrada: ni muy arenosa, ni muy arcillosa. Su estructura debe ser favorable; su profundidad la mayor posible, para favorecer la expansión radicular.

La posibilidad de cultivo en los terrenos muy ligeros, / ricos en arena, depende de la disponibilidad de agua y de sustancia orgánica. Los aportes de esta última deben ser abundantes y se realizarán bajo la forma de estiércol.

Para el cultivo del vivero son, sin embargo, desaconsejados los terrenos groseramente arenosos, porque están más expuestos a desequilibrios hídricos y nutricionales. También son poco indicados los arcillosos, debido a su difícil labrado, de incierta practicabilidad, sea a los efectos de la aradura y de otras operaciones intervinientes en la preparación del terreno para la colocación de las estacas en lugar definitivo, como así también en el caso de un arrancado tempestivo de los barbados al final del ciclo. Además, es poco probable que los barbados presenten un desarrollo bien proporcionado en el transcurso de dos años de vegetación cuando han sido colocados en terrenos arcillosos.

Si el terreno es profundo, las escardaduras frecuentes y la pluviosidad estival y buena, no es indispensable la presencia de una capa freática accesible a las raíces. El riego puede remediar el déficit hídrico, pero éste es un problema de orden económico.

En síntesis, el terreno a elegir debe acercarse lo más posible a aquél definido como ideal para el vivero de álamo, teniendo presente que debe ser practicable en invierno, para poder trabajar en condiciones favorables en el momento de arrancar los barbados.

Deben evitarse los terrenos con un exceso de calcáreo activo, porque pueden provocar manifestaciones de clorosis férrica, con detención del crecimiento o, comunmente, con disminución notable de la calidad de los barbados. Eso demuestra también la importancia de la reacción del suelo, el cual normalmente debería permanecer dentro de los límites de la neutralidad (pH entre 6,5 y 7,5).

En el caso de que no puedan ser evitados los terrenos excesivamente calcáreos, habrá de planificarse la realización de toda una serie de operaciones tendientes a prevenir y curar la clorosis férrica.

Los aditivos y los correctores utilizados para la clorosis férrica del álamo pueden ser agrupados en cinco categorías:

- 1) quelatos de hierro;
- 2) compuestos orgánicos con la adición de sulfato ferroso;
- 3) compuestos ferrosos inorgánicos;
- 4) correctores acidificantes del suelo;
- 5) residuos industriales.

La aplicación varía de pocas partes por millón de diversos quelatos de hierro, hasta muchas toneladas de productos correctores acidificante del terreno, o bien materia orgánica tales como estiércol o desechos de plantas en general. El Sequestrone 138 Fe ha resultado el mejor producto para curar la clorosis. Debe ser aplicado por vía radical. El costo del mismo es, sin embargo, relativamente alto.

Los correctivos ácidos, tales como el azufre elemental y el ácido sulfúrico, podrían dar buenos resultados, pero las grandes cantidades requeridas y, consecuentemente, el costo elevado, ocasionan que esta práctica sea antieconómica.

Desde el punto de vista agronómico, una vez resueltos los casos más graves mediante tratamientos por vía radical con Sequestrone 138 Fe, sólo resta utilizar estos terrenos aplicando los procedimientos técnicos más convenientes para conseguir una lenta corrección en el tiempo. Entre estos últimos, aquéllos prácticamente posibles son la elección de la especie a cultivar en la vecindad del vivero de álamo, teniendo cuidado de evitar las que prefieran pH ácido o subácido; la elección de fertilizantes fisiológicamente ácidos y el lavado con aguas de riego capaces de provocar la pérdida de iones de calcio.

La cantidad de calcio (Ca O) extraída por los cultivos, suponiendo producciones medias, es bastante elevada para el trébol (100 kg/ha/año); las papas (125 kg/ha); los tomates (90 kg/ha); el tabaco (100 kg/ha); muy elevada para la alfalfa (250 kg/ha); la soja (300 kg/ha), la colza (200 kg/ha), mientras que es muy baja para el trigo (35 kg/ha), la cebada, la avena y también para el maíz forrajero (45 kg/ha). El vivero de álamo, en un bienio, absorbe del terreno alrededor de 500 kg/ha de Ca O; de los 7 cuales, aproximadamente la mitad son extraídos por los barbados, quedando la otra mitad contenida en las hojas, en las ramas y en las raíces que permanecen en el campo. El álamo puede, de todos modos, ser considerado entre las plantas más descalcificantes.

El calcio es perdido completamente cuando las cosechas salen de la finca; pero, cuando los rastrojos son reutilizados dentro de la misma, ese elemento vuelve al ciclo. Por ejemplo, 1000 litros de leche contienen $2 \frac{1}{2}$ kg de calcio.

La elección de los fertilizantes merece particular atención, debido a su acción sobre la reacción del terreno.

Las sales de amonio desplazan el calcio intercambiable de los coloides del terreno; el calcio se pierde con el agua de percolación, siendo acompañado de un anión móvil (bicarbonato, sulfato, cloruro o nitrato), para mantener la neutralidad eléctrica. Sucesivamente, el amonio se nitrifica y los iones nitrato formados neutralizan más iones calcio. Si el nitrato se pierde por lixiviación, eso remueve más calcio; pero se conserva si el nitrato es absorbido por las plantas. Todas las sales de amonio se comportan de ese modo, pero la pérdida de calcio es mayor cuando el anión que acompaña el amonio es móvil (generalmente sulfato o cloruro).

En la práctica, usando 100 kg de sulfato de amonio se provoca una pérdida de calcio equivalente a 100 kg de CaCO_3 .

El fosfato amónico causa una pérdida menor, porque el fósforo es fijado por el terreno. El fertilizante no causa pérdida si todo el nitrato formado es absorbido por las plantas.

La urea es rápidamente convertida en el terreno en bicarbonato o carbonato de amonio; cuando éstos son nitrificados, son necesarios cationes para neutralizar el ión nítrico; algunos nitratos, inevitablemente, son lixiviados; así, usando continuamente la urea, se puede acidificar el terreno de manera tan rápida como cuando se usa el sulfato de amonio o el cloruro.

También materiales alcalinos como el amoníaco anhidro pueden remover el calcio si algunos nitratos formados con ese elemento son lixiviados (evidentemente el ión nítrico arrastra el ión Ca).

A menudo se dice que los fertilizantes potásicos ejercen poco efecto sobre el lavado del calcio; pero, las grandes cantidades que actualmente se distribuyen

suministran cantidad equivalente de cloruro, al cual es fácilmente limpiado del terreno. La remoción del cloruro arrastra una cantidad equivalente de ión calcio y, por consiguiente, usando abundantes cantidades de potasio bajo la forma de cloruro, se provocan importantes pérdidas de calcio.

Se dice que el superfosfato no tiene efecto, si bien posee una reacción ácida, por su contenido en calcio (P = 8-9 %; / Ca = 20%). Otro fertilizante fosfático, soluble en agua, que contiene calcio es el superfosfato triple (P = 20%; Ca = 14%). El fosfato dicálcico, soluble en ácido cítrico, contiene el 17,5 % de P y el 22% de Ca.

Los fertilizantes azoados que contienen calcio son el nitrato de calcio (20%), el nitrato de Chile (11%) y la cianamida de Calcio (30%).

La incorporación de estos fertilizantes contribuye a mantener inalterado el balance del calcáreo en el terreno.

El estiércol de gallina no contiene calcio en cantidad suficiente para contrarrestar el nitrógeno que la compone; por tal razón, tiende a acidificar el suelo.

Los abonos complejos a menudo contienen nitrato amónico y fosfatos y, en consecuencia, su efecto acidificante es inferior al de los abonos simples. Pero aquéllos que contienen potasio en forma de cloruro y tienen menos calcio que aquél suministrado por el superfosfato-que puede ser reemplazado también por el fosfato amónico- ejercen una buena acción acidificante.

Debido a que en la llanura padana, durante el período vegetativo, la precipitación es inferior al agua de evaporación, esta última arrastra hacia los estratos superficiales cantidades de calcio también notables y, en cada caso, proporcionales al déficit hídrico. Para invertir el proceso, corresponde intervenir con aportes hídricos superiores a la evapotranspiración.

Por ejemplo, en la "Carpaneta", la capa de agua es superficial y, por lo tanto, puede ser suficiente para la alimentación de los barbados y puede parecer económicamente ventajoso evitar el riego, sobre todo en el primer año de vivero.

En realidad, con el riego, precedido por un descenso relativo de la capa de agua, se puede realizar un lavado importante que, repetido en el tiempo, puede alcanzar resultados no despreciables. En Inglaterra se ha calculado que, con un drenaje de 150 mm/año, la pérdida de calcio en un terreno calcáreo pesado, con tendencia a arcilloso, alcanzó a 1.300 kg/ha de Ca.

Otra técnica que conviene recordar es la correspondiente a la profundidad de la aradura.

En general, el contenido en calcáreo aumenta con la profundidad del terreno; por lo cual, con las araduras profundas se transporta hacia arriba el material más rico en CaCO_3 . Igualmente, desde el punto de vista agronómico, pueden presentarse objeciones a las araduras profundas, con referencia a la evolución y al aprovechamiento más oportuno de la sustancia orgánica. Es sabido que la localización del material orgánico a profundidad excesiva puede conducir a procesos evolutivos excesivamente reductores y, por lo tanto, contrarios a una buena humificación. En cada caso, el aumento de CO_2 en el área del suelo generada por vía microbiana empeora la clorosis férrica. Con la incorporación de la sustancia orgánica en los estratos más superficiales se favorece la humificación y la mineralización y también son facilitados los intercambios gaseosos.

Cuando en un terreno el estrato profundo posee características indeseadas (excesivo contenido en calcáreo), en lugar de usar el arado para aradura profunda, podría resultar más útil el uso del cincel acoplado al arado.

La técnica del labrado en dos estratos como alternativa a la aradura profunda permite, entre otras operaciones, eliminar la huella del labrado, efectuar las dos operaciones de aradura (hasta los 30 cm) y de cincelado (hasta los 50-60 cm) en una sola pasada y concentrar los aportes orgánicos en un espesor más limitado.

Sin duda alguna, la corrección de los terrenos subalcalinos por exceso de calcáreo es muy difícil de lograr. Con el lavado provocado con abundante riego se exporta momentáneamente la solución alcalina; ésta resulta, sin embargo, prontamente sustituida por nuevo bicarbonato producido por la fracción sólida del suelo.

No obstante, es oportuno realizar todas aquellas operaciones que, aunque sea a largo plazo, puedan provocar modificaciones importantes en el estrato más superficial.

No puede pretenderse, ni por otra parte es necesario, descalcificar todo el perfil; bastaría lavar solamente los primeros 15-20 cm para crear en este estrato las condiciones favorables a la absorción del hierro de parte de las raíces más superficiales. Su actividad podría ser suficiente para evitar o por lo menos contener la carencia de hierro.

La preparación del terreno.

La preparación del terreno comprende la nivelación y la preparación propiamente dicha.

Cuando se instala un vivero por primera vez sobre un terreno dado, conviene asegurarse que éste sea completamente llano. La nivelación es particularmente necesaria cuando el vivero debe ser regado a manto, para permitir una distribución más regular del agua sobre toda la superficie. Puede ser útil también cuando el riego se realiza por aspersión o, francamente / hablando, cuando no se riega de manera alguna. En estos dos casos, el agua de riego o de lluvia escurre desde los puntos más altos, que serán insuficientemente bañados, a las depresiones donde el agua se embalsa. La pendiente debe ser adecuada a la permeabilidad del terreno para garantizar un drenaje eficiente. Solamente donde es posible y conveniente regar por goteo puede evitarse el nivelado.

La nivelación se hace con medios mecánicos más o menos potentes, conforme a la superficie a preparar y requiere personal adiestrado. Para tales operaciones, actualmente se recurre a firmas comerciales especializadas que emplean el "laser". Es necesario evitar rebajar el terreno en los puntos más altos y amontonar el "sombbrero" en los más bajos. Se debería primeramente recoger el estrato activo; proceder después al nivela-

miento, desplazando terreno del estrato inerte y finalmente re-
distribuir en superficie el estrato activo. La operación es /
muy costosa, pero evita el empobrecimiento del suelo en las zo-
nas más rebajadas.

Para un buen desarrollo de las estacas, es necesario re-
mover el terreno en la profundidad determinada por la aradura
y crear en superficie un espesor de una veintena de cm. de sue-
lo bien desmenuzado. En efecto, la parte superior del terreno
debe ser lo suficientemente floja en el momento de la planta-
ción de las estacas, para poder hundirlas sin dificultad; pero,
el desarrollo de las raíces se retarda si la tierra es muy suel-
ta. En todo caso, la extremidad inferior de la estaca se en-
contrará en terreno duro por la presión ejercitada para plan-
tarla. Es útil comprimir el terreno también alrededor de la es-
taca.

Se realizan las condiciones señaladas arriba, con una
aradura profunda en otoño, la cual será completada con rastrea-
das superficiales. La profundidad de la aradura es, en general,
de 35-40 cm en los terrenos arenosos. En aquéllos de textura /
aluvional más fina, profundos, homogéneos, es ventajoso dar /
vuelta la tierra a una mayor profundidad y hasta los 50-60 cm.
Pero una aradura tal, por motivos de costo, a menudo no puede
ser renovada y, en muchos casos, se prefiere una aradura a la
profundidad habitual de 30-40 cm, completada por un subsolado
a 50-60 cm de profundidad. Asimismo, cuando abajo de la tierra
arada y fertilizada normalmente se encuentra un horizonte em-
pobrecido, estéril, o un estrato calcáreo de acumulación, será
necesario evitar una aradura profunda y, si ésta ya se ha pro-
ducido, se deberá proceder, por muchos años, según las sugerencias
expuestas en el capítulo precedente. Esto con el objeto /
de mejorar, aunque sea lentamente, los terrenos removidos en
superficie.

Es preferible dejar los terrones de la aradura en el es-
tado que se encuentran durante el período de nevadas. La nieve,
como es sabido, asegura un excelente mullido del terreno. Las /
intervenciones superficiales consisten en pasadas con escarifi-
cador, a fines del invierno, cuando las condiciones meteoroló-
gicas lo permiten.

La última intervención debe ser hecha poco tiempo antes
de la fecha prevista para la implantación de las estacas; la /
cual, en las condiciones padanas coincide con el mes de marzo.

Si estas operaciones, que deben ser hechas cuando el te-
rreno es lo suficientemente seco, no han podido tener lugar a
su debido tiempo, convendrá //..

conservar las estacas en cámara fría, entre 1° y 3° C, a la espera de realizar la plantación cuando el terreno esté en buen estado.

La densidad de plantación.

Muchos técnicos están de acuerdo en indicar 10.000 estacas por hectárea como una buena densidad de plantación. Cuando se aumenta esta cifra, se verifica que las plantas de las filas internas son mucho más finas que las del borde. Aquéllas carecen visiblemente de luz y de alimentación. Las plantas sensibles al fototropismo manifiestan tendencia a dirigirse hacia la luz, con la consecuencia de que el fuste se curva. Los grandes espaciados, por otra parte, tienen inconvenientes de distinto tipo. Los barbados se vuelven "rechonchos" y forman gruesas ramas. El coste unitario aumenta con la disminución de la densidad: una gran parte de los costos es, en efecto, proporcional a la superficie invertida.

Una densidad de 10.000 plantas por hectárea puede ser obtenida plantando, sea en rectángulo (por ejemplo 2 m x 0,50 m), sea en cuadrado (1 m x 1 m). Este último espaciado, desde el punto de vista biológico, es el mejor. Las plantas pueden desarrollar las raíces propias y las ramas libremente, en todas direcciones, con simetría perfecta.

Si bien desde el punto de vista cultura, esta disposición es ventajosa, es realizable solamente en viveros de pequeñas dimensiones.

El cuidado del terreno puede ser hecho mecánicamente sobre toda la superficie, salvo un cuadrado de pequeñas dimensiones al pie de cada barbado (alrededor de 4 dm², o sea 1/25 de la superficie total).

Prácticamente, sin embargo, entre filas separadas a 1 m no se puede hacer pasar máquinas más anchas que 80 cm, vale decir, motocultivadoras con posibilidades limitadas (de 0,5 a 0,8 has por día). Existen tractores muy estrechos, con una capacidad un poco superior a la de las motocultivadoras, las cuales requieren menor esfuerzo físico a su conductor, pero el ancho del labrado es del orden de 1 metro; si se desea cultivar en cuadros, el número de plantas por hectárea asciende a cerca de 7.500.

El empleo de tractores potentes, con posibilidad de labrar muchas hectáreas por día, es más o menos obligatorio en los grandes viveros. Con un ancho de labrado de 1,50 a 1,80 m, las filas están obligadamente espaciadas a 1,80-2,20 m. Tales intervalos / son también necesarios en los viveros regados por surco, donde / se conduce el agua a lo largo del eje del interfilar, luego de / haber abierto un surco con el empleo del arado. Comúnmente, la / distancia entre las estacas sobre la fila varía de 50 a 70 cm, / según el vigor de los clones y la fertilidad del terreno. Para mantener una producción suficientemente elevada de barbados por hectárea, las estacas son plantadas sobre la fila a 50 cm una de la otra. La superficie para trabajar a mano (20 cm de ancho), en el caso de estas distancias (2 x 0,50 m), es un décimo del total.

Para producir barbados de 2 años, de calidad, la investigación de estos últimos años han demostrado que es obligatorio / distanciar las estacas sobre la fila 60 cm o mejor todavía 70 cm para los clones más vigorosos, siempre con distancias entre las filas de 1,80-2,20 m. La influencia de la fertilidad de la estación se manifiesta sobre el crecimiento en altura de manera más evidente que sobre el crecimiento en diámetro y el efecto del espaciado aparece más marcado en las estaciones más fértiles. Las distancias menores (1,80 x 0,60 m) serían adoptadas para los clones menos vigorosos y en los terrenos menos fértiles o en las estaciones con intensidad luminosa más elevada (Italia meridional) y las mayores (2,20 x 0,70 m) para los clones más vigorosos y los terrenos más fértiles. Espaciados de 1,80 x 0,60 m irán bien también para la producción de barbados de un año, ésta, sin embargo, será limitada a los terrenos más fértiles y a los clones más vigorosos. Solamente con esa densidad los barbados presentarán una buena relación entre altura y diámetro a 1,30 m del suelo.

Ciertos viveristas particulares disponen las estacas sobre filas distantes a 2,50-2,80 m, con intervalos de 40-50 cm sobre la fila. La amplia distancia entre las filas permite la / penetración de las luces también durante toda la segunda estación vegetativa. Los efectos beneficiosos sobre la fisiología de la / planta compensan, en parte, los efectos negativos de la densidad sobre la fila, excluidos obviamente los fototrópicos.

Las pruebas sobre la disposición de las plantas en grupos de filas (por ejemplo cuartetos) han dado resultados negativos. Los barbados de las filas internas sufren una mayor competencia que las de las filas externas; esto aumenta la deformación del / material. Por otra parte, resulta más difícil conducir una lucha eficaz contra los insectos.

Desde el punto de vista práctico, han sido obtenidas informaciones precisas de las pruebas de densidad de plantación con referencia a la influencia que la misma ejercita sobre la fisiología de los barbados y, en consecuencia, sobre su capacidad de recuperación vegetativa en el monte de álamos.

Ha sido puesta en evidencia, en el pasado, con clones de P. deltoides ("Lux" y "Harvard") y, más recientemente, con clones de Populus x euramericana ("L. Avanzo" y "Cima"), la neta influencia sobre el arraigamiento de las dimensiones de los barbados en relación a la producción media del vivero.

Los barbados de viveros con buen desarrollo, con circunferencia de más de 17 cm, a un metro del suelo, en general presentan un arraigamiento óptimo y comunmente superior al de los barbados con circunferencia de 9,5-12 cm u 8-9,5 cm. En los viveros de más escaso desarrollo, se consiguen siempre resultados óptimos con los barbados más desarrollados; por ejemplo, con circunferencias de 14,5-17 cm o también de 12-14,5 cm. Eso indica claramente que más que la dimensión en sí es determinante la posición "social" del barbado. En otras palabras, en el mismo vivero se encuentran los barbados dominantes y, en consecuencia, / las clases comerciales inferiores que sufren las consecuencias más marcadas de las competencias hídricas y nutricionales, ejercitadas por los individuos dominantes pertenecientes a las clases comerciales superiores.

De aquí nace la exigencia de orden práctico de producir en vivero, con la mayor frecuencia posible, plantas dominantes por su mejor actitud cultural y productiva. Por lo tanto, se vuelve prioritaria la elección de la densidad de plantación / del vivero, la cual debe ser realizada también sobre la base de criterios económicos.

Los costos de producción, por una parte (costos fijos) / son independientes de la inversión; pero, por otra parte (costos variables) son estrechamente dependientes del número de plantas producidas por hectárea.

Entre los costos fijos, son considerados todos aquéllos / que se refieren a la unidad de superficie: el beneficio fundiario, la dirección, la preparación del terreno, la fertilización, las labores culturales, los riegos, el deshierbe y los tratamientos antiparasitarios. Entre los costos variables, en cambio, se enumerarán los relativos a la planta individual, que / son: la implantación de las estacas, las podas, el arranque y la preparación de los barbados.

Los precios de los barbados aumentan en función de la clase diamétrica. Por ejemplo, las listas de la SAF relacionadas con la campaña 1985/86, indican, para los barbados del clon "I-214", los siguientes precios unitarios: circunferencia (a 1 m del suelo): 8,0-9,5 cm = 1.000 L; 9,5-12 cm = 1.600 L; 12-14,5 cm = 2.400 L; 14,5-17 cm = 2.700 L; más que 17 cm = 3.000 L.

Disminuyendo la inversión, se obtiene un aumento de la frecuencia de los barbados más desarrollados (con mejor relación altura/diámetro), con un precio de venta más elevado. Es cierto que, contemporáneamente, los costos fijos por planta aumentan; pero, los variables, siempre por planta, permanecen constantes y son éstos los que influyen sobre el costo total de manera más incisiva. Solamente la poda absorbe más del 60 % del costo total.

La elección del espaciado debe ser realizada teniendo en cuenta la exigencia de producir material de calidad, con el objeto de conseguir una satisfactoria relación entre costos y ganancias.

La plantación de las estacas

El período más apropiado para la implantación del vivero en Italia septentrional es el inmediatamente siguiente a las heladas invernales, mientras que en las regiones más calurosas la plantación puede ser hecha en el transcurso de todo el período de reposo vegetativo. El Instituto de Experimentación para la Alamicultura de Casale Monferrato, contrastando la plantación otoñal del clon "I-214" con la primaveral, ha obtenido resultados análogos. Las pruebas hechas en Francia por M. J. DUMANT (1978) han puesto en evidencia que las estacas del clon "I-214" pueden ser plantadas sin pérdidas en diciembre. Los tratamientos con agua caliente y con IBA no han presentado en este caso éxito positivo. En la práctica se tiende, en cambio, a retrasar las plantaciones al final del invierno llevándolas a menudo a más allá del comienzo de la vegetación. En este caso, obviamente, el material de propagación es conservado en cámara frigorífica. Una precaución fundamental es la de utilizar los ramos con yemas todavía firmes y siempre que fuere posible, bien hidratados. Cabe aquí repetir que la inmersión de las estacas ya preparadas en agua, por una semana, aumenta el prendimiento y garantiza una mayor uniformidad en la germinación y en la fase del crecimiento de los plantines.

De acuerdo a diversas pruebas realizadas en Italia, la longitud óptima de las estacas varía de 25 a 35 cm según el clon. Estacas de estas dimensiones son, sin embargo, utilizadas sólo cuando se hace la plantación a mano. Con tal objeto, se abre un surco, se disponen verticalmente las estacas a la distancia pre establecida, plántandolas suavemente en el fondo del surco; se vuelve a cerrar el surco cubriendo las estacas completamente y se comprime bien el terreno a su alrededor. Cuando se realiza la plantación mecánicamente, como sucede a menudo en los viveros de grandes dimensiones, se usan estacas más cortas (de 18 a 22 cm) porque la plantadora de estacas disponible actualmente no está preparada para plantar en el terreno estacas de dimensiones superiores a las indicadas. Se encuentran en estudio nuevos proyectos. La plantadora de estacas hace un trabajo óptimo y es muy rápida, llegando a plantar 20.000 estacas por día con un equipo de 4 operarios y un conductor del tractor. La estaca se hunde completamente y el terreno se adhiere perfectamente a su alrededor y sobre todo en la base, donde la emisión de raíces es más abundante. Se ha comprobado que los brotes que se forman de la yema más alta, situada a flor de tierra, son siempre suficientemente verticales.

Con respecto al enterrado total de las estacas las opiniones no coinciden. Algunos viveristas, por ejemplo en Francia, prefieren dejar fuera de la tierra una parte de la estaca con yemas, con la intención de elegir después el brote más vigoroso. A nuestro parecer, el método presenta inconvenientes. Primeramente, se comprueba que casi siempre cada estaca desarrolla más de un brote, por lo cual resulta más laboriosa la tarea de escamonda a realizar después. Además, en las regiones de primavera seca, las estacas expuestas parcialmente al aire y poco enterradas corren el riesgo de secarse. En suma, se prefiere enterrar completamente la estaca. Allí hay siempre una yema en la proximidad de la superficie, donde el terreno es más blando, en grado de desarrollarse. Por el contrario es más bien raro que las segundas yemas, más profundas, desarrollen ramas, a menos que falten las yemas más superficiales, caso en el cual las que están más abajo las sustituyan. Si después de una fuerte lluvia, seguida por un período seco, se forma el callo, para hacer salir el brote puede ser necesario intervenir para romperlo.

//..

En terreno favorable, la estaca puede desarrollar las raíces en toda la parte enterrada; pero, a menudo, es en la base donde se desarrollan las más vigorosas. Las técnicas / descritas no son las únicas. En los países en los cuales / el invierno es muy frío, las plantitas de un año derivadas de las estacas, plantadas verticalmente, son frecuentemente solivadas por el hielo. Este fenómeno provoca la rotura de las raíces y la muerte del barbadado. El inconveniente no se / verifica cuando las estacas son plantadas oblicuamente, casi en posición horizontal. Esta técnica se adopta en las regiones del Quebec.

De acuerdo a las pruebas de laboratorio realizadas en Francia por FRANCLET et al. (1974), parece posible efectuar / una especie de "siembra" de estacas cortísimas, después de haber estimulado la emisión de raíces mediante la inmersión en una solución débil de IBA. La técnica podría encontrar empleo en la constitución de plantaciones muy densas para gobernar a tallar, pero la misma no ha sido todavía experimentada en vivero comercial donde, a nuestro parecer, podría dar origen a sujetos de crecimiento más bien deforme. Estacas cortas podrían ser usadas con éxito para clones experimentales de cierto interés, con el propósito de acelerar la propagación inicial.

Podrían ser obtenidos buenos resultados recubriendo el terreno con un pliego de plástico negro para conservar la humedad y aumentar la temperatura. Las estacas pueden ser plantadas en el terreno haciéndolas pasar a través de un agujero practicado anteriormente sobre el plástico. Se da preferencia al color negro también para contener el desarrollo de las malas / hierbas. La técnica se presta para los clones de difícil enraizamiento, o sea para buena parte de los P. deltoides. Aparte de manifestarse sobre el prendimiento de las estacas, la influencia positiva de la cobertura se manifiesta también sobre el crecimiento de los barbados. En Casale Monferrato ha sido asimismo experimentada, con buenos resultados sobre el prendimiento, la sistematización de túneles de plástico transparente sobre la fi-

la de las estacas. También esta técnica se presta para pequeños viveros y para clones con dificultad de arraigamiento.

Los cuidados culturales

Podemos distinguir dos categorías de intervinientes: / los referentes al terreno y los que conciernen a las plantitas.

Los cuidados culturales que intervienen en el terreno son:

- el labrado del terreno;
- la fertilización;
- el riego;
- la rotación de cultivos.

Los que se refieren a los barbados son:

- la poda;
- el recepado;
- la defensa contra los insectos y las enfermedades;
- el arrancado y la preparación de los barbados.

El labrado del terreno

El objeto de las labranzas es destruir la vegetación / infesante e interrumpir la capilaridad superficial del terreno, para reducir la pérdida hídrica por evaporación. La competición de las malezas es particularmente intensa para las estacas en la fase de la germinación y para el desarrollo de / las plantitas jóvenes. Inmediatamente después de la plantación de las estacas, antes de su germinación, puede realizarse el control de la vegetación espontánea con el empleo de / productos químicos. La acción de los mismos, en condiciones / favorables, puede extenderse por cerca de un mes.

En la llanura padana, en la fase de pre-emergencia / es aconsejable el empleo de productos a base de trifluralin + linuron (Neminfest o Trinulan) a las dosis de 0,8 Kg + 0,8 de p.a./ha, añadidos a otros a base de alaclor (Lasso) o de Metaclor (Dual), a las dosis respectivas de 1,4 Kg ó 1,0 de p.a./ha (por ejemplo 3,5 kg de Trinulan + 4,0 kg de Lasso / por hectárea, o bien 3,5 kg de Trinulan + 2,5 kg de Dual por hectárea, por superficie efectivamente tratada.

En las condiciones de la Italia centro-meridional, el desmalezado químico en los viveros de álamo recién implantados se aconseja usando la Mezcla Panter (9 % de lunron + 16%

de pendimethalin) + Lasso (46% de alaclor) a la dosis de 6+4 Kg/ha de producto comercial. La mezcla herbicida debe ser regada sobre el terreno privado o casi privado de malezas, inmediatamente después de la plantación de las estacas y, comúnmente, antes de su germinación.

Terminado el efecto del desmalezado químico, se pasan rastras de disco para la destrucción de las malezas en los interfilares. A lo largo de la hilera, sobre un ancho de unos 40cm. que corresponde a cerca del 10% de la superficie total, se sacan las malezas con la zapa.

En los viveros de grandes dimensiones pueden ser usados cultivadores apropiados que, pasando a caballo por la hilera, labran el terreno vecino a las plantas sin provocar daños. Eso es posible mientras los barbados no superen el metro de altura y su fuste sea muy flexible. Sucesivamente, en general, son suficientes las rastreadas de los interfilares, a menos que el terreno esté muy infestado. Una de las malezas más terribles es el "vilucchio" (farolillo, campanilla) que si no se tiene a raya, puede llegar a destrozarse el barbadado.

Al comienzo del segundo año, para la destrucción de las malezas a lo largo de la hilera, en la llanura padana, es aconsejable emplear Gramoxone (5-6 kg/ha) o Gramox R 10 (10-12 Kg/ha). En presencia de infestantes anuales, el efecto herbicida puede ser prolongado, sin riesgos para el álamo, añadiendo al producto precedente la mezcla de pendimethalin + linuron (Panter), en dosis de 0,8 + 0,5 Kg de p.a./ha. Para la mejor distribución del producto, se recomienda su dilución a razón de 1000 litros de agua/ha efectivamente tratada.

En Italia centro-meridional, se continúa con el empleo del Gramoxone (paraquat), a la dosis de 5-6 Kg/ha o Gramox R 10 (diquat), a la dosis de 10-12 Kg/ha.

En los interfilares, se destruirá la maleza con rastras de discos con la frecuencia adecuada, en función del desarrollo de la vegetación.

En los suelos con textura fina puede resultar útil pasar un escarificador en la parte central del interfilare para remover el terreno luego de eventuales taponamientos, perjudiciales para la extensión radical y para el desarrollo armónico de la planta.

Nunca se insiste suficientemente sobre la importancia de efectuar las labranzas cuando el terreno es duro, evitando en particular entrar con instrumentos pesados en los terrenos arcillosos, porque provocarían compactaciones peligrosas. Al final del ciclo es útil pasar un cultivador pequeño / cerca de la hilera, para cortar buena parte de las raíces laterales. Con un cultivador doble, a vertederas contrapuestas, oportunamente distanciadas, puede operarse sobre ambas hileras del interfilar. Así preparados, los barbados serán arrancados más fácilmente con la "cuchilla extirpadora" adecuada.

La fertilización.

El desarrollo de la planta es mejor cuando se suministran fertilizantes en caso de baja fertilidad del terreno. Las necesidades de fertilizantes minerales pueden ser deducidas de los transportes de minerales.

El peso de la sustancia seca en dos años, para una hectárea de buen vivero es de alrededor de 30 toneladas; de las cuales, aproximadamente un tercio el primer año. La proporción de nutrientes en la sustancia seca varía entre límites amplios. El transporte total de elementos minerales es, por lo tanto, / variable: de 100-150 Kg de nitrógeno, 40-60 de anhídrido fosfórico, 100-120 de óxido de potasio, 170-200 de óxido de calcio. Los elementos exportados masivamente son N, K y Ca. - / Asimismo, el conocimiento de los ritmos de absorción de los principales elementos nutritivos del álamo en vivero constituye elemento útil para orientar mejor la intervención del / fertilizante.

A tal objeto, debe tenerse presente que ha sido señalado un período precoz de máxima absorción, tanto en el primer año de vegetación como en el segundo.

La variabilidad verificada en el contenido de elementos nutritivos en las diversas fases de la planta y en el ámbito de cada una de ellas, en el transcurso de la estación vegetativa, hace difícil, por otra parte, establecer de modo unívoco las proporciones en las cuales dichos elementos deben ser distribuidos. Sobre todo, si se considera que se necesita todavía tener en cuenta la disponibilidad de nutrimentos del terreno.

//..

Si bien un balance nutritivo del tipo del indicado resulta un medio útil para tener información sobre las exigencias de los viveros de álamo, es sólo en los ensayos de fertilizantes que se puede verificar con seguridad tales exigencias, con indicaciones sobre la idoneidad cuantitativa y cualitativa de los distintos fertilizantes.

En Italia septentrional ha sido conducida, hace más de diez años, una amplia investigación sobre el efecto de la fertilización en el vivero de álamo del híbrido euramericano "I-214", en estaciones bastante distintas, especialmente por las características del suelo (textura, reacción, dotación / de elementos de fertilidad).

En las pruebas de incorporación al terreno, los fertilizantes han sido empleados en cantidades adecuadas para / constituir entre las unidades fertilizantes.

N: P₂O₅: K₂O relaciones próximas a 1:1:1. Han sido ensayados el nitrato de calcio, el sulfato de amonio y la urea, / distribuidos en superficie, el perfosfato mineral y las sales potásicas distribuidos por araduras y el estiércol, distribuido obviamente antes de la plantación.

En la mayor parte de los casos, la fertilización del vivero, a pesar de haber determinado un enorme aumento de biomasa, no ha dado, en la práctica, resultados significativamente positivos, no habiendo aumentado la frecuencia de los barbos en las clases diamétricas más desarrolladas.

El efecto de los azoados, si bien escaso, aparece más marcado en ausencia de estiércol. Tales resultados pueden ser también consecuencia del hecho de que los terrenos utilizados habían hospedado por varios años cultivos agrícolas (trigo, maíz, alfalfa) abundantemente abonados.

Considerando la influencia de la fertilización sobre los aspectos cualitativos del material producido, ha sido demostrado que el empleo del fósforo mejora el estado de nutrición de los fustes, con resultados positivos sobre el prendimiento.

La incorporación de fertilizantes foliares nitrogenados o con microelementos, ha dado resultados de escaso interés. En el caso de carencia de hierro, el suministro de quelatos de hierro por vía radical es mucho más eficaz que por vía foliar. Este último procedimiento da resultados no satisfactorios.

En lo que se refiere al estiércol de bovinos, recientemente se han obtenido resultados positivos sobre el crecimiento diamétrico de los barbados en vivero en terrenos arcillosos, de escasa profundidad, cubriendo un substrato calcáreo en Friuli (Nordeste de Italia).

El estercolado, sin embargo, debe ser visto sobre todo como procedimiento adecuado para modificar la estructura del suelo. En efecto, la distribución del abono, a pesar de que no constituye un medio insustituible a los fines del mejoramiento de la fertilidad química - dado que los fertilizantes minerales pueden responder eficazmente a tal objeto -, constituye en cambio un medio natural indiscutible para mejorar las características físicas de los terrenos pesados o estructurados. Su distribución en la preparación del terreno, para la plantación definitiva de las estacas, continúa siendo una práctica consolidada, si bien de aplicación cada vez menos frecuente en los países industrializados por la dificultad de conseguirlo. En consideración a esta circunstancia, actualmente se realizan investigaciones específicas para estudiar la posibilidad de sustituirlo, sea con estiércol de gallina o con materiales orgánicos transformados (por ejemplo, compost de cortezas, de astillas de madera, etc.), oportunamente integrados con fertilizantes minerales. Los primeros resultados no han sido muy halagüeños.

En experiencias en maceta se han obtenido óptimos resultados con el empleo de estiércol de gallina, abono conteniendo 85-90% de sustancia orgánica, 4-6% de nitrógeno, 4-6% de anhídrido fosfórico y 2-4% de óxido de potasio. Tal producto, en dosis crecientes, ha influido significativamente sobre el peso seco medio de las hojas, los brotes y las raíces de las plantitas, con manifiesta tendencia a aumentar con el incremento de la dosis. Se ha revelado también análoga tendencia para la altura de las plantitas. Las pruebas a campo, sin embargo, han dado resultados de escaso interés.

De la situación arriba expuesta surge que, una vez elegido adecuadamente el terreno y aplicados los cuidados culturales correspondientes, la práctica del abonado no conduce a aumentos notables de producción. Sin embargo, si se tiene en cuenta que el viverista debe apuntar en primer lugar hacia la calidad del producto y si se

//..

considera que las exportaciones minerales del vivero son bastante elevadas y que la absorción de elementos nutritivos, en particular para el potasio, es muy precoz, se puede sugerir una fertilización con primordiales funciones de mantenimiento.

A tal fin, parece evidente la oportunidad de una labranza del suelo previa a la plantación relativamente profunda (35-50 cm), con la incorporación del fertilizante fosfático a razón, según la disponibilidad de terreno, de 5-7 qq/ha de perfosfato mineral, al 18-20% y, eventualmente, de sulfato potásico de 50-52% a razón de 1,50-3 qq/ha. La fertilización con potasio bajo la forma de cloruro, por las posibles quemaduras a las raíces jóvenes, debe limitarse a los terrenos muy calcáreos, en los cuales prevalece el problema de favorecer la descalcificación.

El enterrado en la zona más explorada por las raíces es particularmente importante para los terrenos con buena capacidad de intercambio, en los cuales los movimientos verticales de los iones tienen escasa importancia. Por estas razones, los fertilizantes fosfatados, por ejemplo, esparcidos en superficie, migrando solamente pocos centímetros, acabarían por no ser absorbidos por las raíces en cantidad adecuada.

La distribución superficial de fertilizante nitrogenado (urea, sulfato amónico, nitrato amónico) tanto en el primer año de vegetación como en el segundo, suele resultar útil suministrando en el bienio alrededor de 100-150 kg/ha de nitrógeno subdividido, en ambos años, en dos aplicaciones diferentes: la primera, al comienzo de la primavera y la segunda a fines de la primavera o al comienzo del verano, según sean las diferentes condiciones de la estación. Tal gradación de la distribución se justifica con la dinámica del elemento en el terreno; pero, sobre todo, con el ritmo de absorción de parte de la planta; aún cuando, desde el punto de vista práctico, no existe información acerca de una ventaja relevante de la aplicación fraccionada, con respecto a una única distribución, sobre el crecimiento.

Durante el primer año, el fertilizante nitrogenado se aplica localmente; evitando, sin embargo, concentrarlo demasiado cerca de las raíces, para no quemarlo. En cambio, en el segundo año, se esparce por toda la superficie.

En el vivero, la elevada inversión impone la necesidad de asegurar un nivel suficiente de fertilidad durante los dos años de crianza, particularmente en los terrenos con baja capacidad de intercambio. Si se tiene en cuenta el balance, aunque sólo sea indicativo, puede resultar útil la intervención de fertilizante lo más equilibrado posible, recurriendo a fertilizantes ternarios también al comienzo del segundo año.

El riego.

En la elección de la sede del futuro vivero, debe atribuirse una gran importancia al problema del abastecimiento de agua y, con tal objeto, es sin duda útil recoger información precisa o realizar sondeos para conocer la profundidad eventual de la capa de agua, la amplitud y el período de su variación, así como la temperatura del agua y su composición; sobre todo, si se tiene la sospecha de que la misma pueda ser / muy dura. El examen de los factores climáticos puede llegar a ser útil, especialmente si los diversos terrenos entre los cuales pueda optarse se encuentran en distintas zonas.

Establecido que el riego es necesario, se buscará valorar, en función de las características de la estación, si las disponibilidades hídricas son suficientes, teniendo presente que las mayores exigencias en agua se presentan en pleno verano, o sea en el momento en el cual se produce mayor escasez / del líquido.

La capa de agua, para ser eficaz en los terrenos sueltos, debería oscilar en torno de un metro de profundidad. Pero también en esta situación, si se tiene en cuenta que, al comienzo de su desarrollo, las plantitas de álamo no poseen raíces profundas, en caso de grave sequía primaveral se deberá intervenir con el riego artificial. Para tener rápidamente acceso a las zonas de crecimiento capilar, las raíces deben poder desarrollarse libremente y esto es posible solamente si el terreno presenta un buen perfil aireado.

En los terrenos donde no existe la capa de agua, o es / muy profunda, a menos que sobrevenga alguna buena lluvia o / que el terreno sea de por sí muy fresco, corresponde un buen riego inmediatamente después de la plantación. Los riegos serán repetidos en el transcurso del período vegetativo, cada / vez que sea necesario hacerlos.

Las exigencias hídricas son superiores en el segundo año de vegetación con respecto al primero, con relaciones aproximadamente proporcionales a la producción de sustancia seca (10 toneladas el primer año, 20 el segundo).

En estos últimos años se han efectuado numerosas comparaciones entre métodos de riego y volumen del mismo en vivero. Las diversas modalidades de distribución del agua (por aspersión, por goteo, por trasudación) han dado resultados que, a pesar de presentar ciertas diferencias entre una localidad y otra, pueden en conjunto ser considerados análogos.

De acuerdo a lo arriba expuesto, el método debería ser elegido en base a consideraciones de orden económico (costo del agua y disponibilidad) y de orden agronómico (naturaleza del terreno). Así, por ejemplo, si se dispone de agua en abundancia y barata y la sistematización del campo lo permite, se podrá adoptar el método de riego por escurrimiento, a menos de que se trate de terrenos calcáreos, en los cuales el exceso de agua podría favorecer la aparición de la clorosis férrica. En tal caso, quizás se prestaría mejor el riego por goteo; pero aquí cabría considerar el problema del costo.

Más lógica parece la elección del goteo, donde el agua disponible es limitada y el método se presta excelentemente para dosar la cantidad mínima a distribuir.

En lo que se refiere al volumen de la dotación, resultan en promedio suficiente las cantidades de agua del orden de 2-3 litros/planta/día en el vivero el primer año y de 3-4 litros/planta/día el segundo año de vegetación, presuponiendo que las precipitaciones suministren en promedio 1-2 litros/planta/día.

La respuesta de la planta al agua de riego parece más evidente a través del crecimiento en altura que a través del crecimiento diámetro. Por lo tanto, la carencia hídrica se hace sentir en mayor medida sobre los meristemas apicales, los cuales durante el período de actividad, deben ser mantenidos a un nivel de hidratación siempre muy elevado.

La rotación.

La literatura técnica sugiere incluir el vivero de álamo en una

rotación o en una alternación libre, aún cuando para este cultivo todavía no se ha demostrado experimentalmente con seguridad una clara intolerancia a sucederse a sí mismo. El vivero, por sus características y por sus exigencias, es considerado entre los cultivos llamados de renovación; por lo tanto, según los esquemas clásicos, debería ser seguido por un cultivo empobrecedor, a su vez seguido por un cultivo mejorador. Dado / que el vivero cierra el ciclo al final de la estación vegetativa, entre las plantas empobrecedoras se necesita elegir las de siembra primaveral; por ejemplo, cebada forrajera o una / mezcla de avena, algarroBILLA y arveja. Entre los cultivos / mejoradores (que en la práctica preceden al vivero) los prados, sea de leguminosas o de gramíneas, se prestan estupendamente, porque duran todo el tiempo necesario para la preparación del terreno, fase muy importante para el cultivo en / cuestión.

Con esta sucesión de cultivos se tiene una rotación / semestral. Ésta, entre otras cosas, es la más adoptada en la práctica. Se inicia con el vivero de álamo, que dura dos años; prosigue con las gramíneas o con las mezclas, por un año y con el prado de alfalfa por otros tres años.

Un factor a considerar en la elección de la planta que precede el vivero es la persistencia de la acción de los herbicidas usados, dada la elevada sensibilidad del álamo; por / ejemplo, aquéllos de tipo triazínicos. Los cultivos capaces de inducir variaciones de pH del terreno presentan particular interés (absorción prevalente de bases, riego lavante, etc.), sobre todo cuando éste es muy calcáreo. A tal propósito valen todas las consideraciones hechas al tratar la elección del / terreno.

En la práctica, la alternación se establece sobre la base de numerosos factores y utilizando toda la información disponible sobre la preferencia a dar a un determinado cultivo para suceder a uno u otro de los cultivos precedentes posibles.

La poda

En un vivero de densidad media (de 8 a 10.000 plantas por hectárea), al final del primer año, un barbado (por ejemplo del clon "I-214") con una altura de 3 metros

presentará alrededor de una cincuentena de yemas durmientes y una decena de ramas anticipadas, insertas en la parte basal y mediana del fuste. Durante el segundo año, una parte de las yemas durmientes, aproximadamente una decena, permanecerán en estado latente, mientras que las demás darán origen a ramas que presentarán un gradiente de vegetación / creciente hacia arriba; serán las yemas vecinas a la apical las que darán origen a las ramas turionales más desarrolladas. La yema apical asegurará el alargamiento del fuste, / produciendo una estampida de longitud, a menudo semejante a la altura alcanzada por los barbados en el primer año. Sobre ese aumento del fuste, al final de la estación vegetativa se contarán aproximadamente una cincuentena de yemas durmientes y hasta una decena de ramas anticipadas. Los números indicados para las ramas anticipadas tienen solamente un valor indicativo, siendo la ramificación influida por el clon, las condiciones ambientales y la evolución estacional.

La poda, necesaria para facilitar el pasaje de las / máquinas para las diversas operaciones culturales, en particular durante el 2º año de vivero y para eliminar todas / las ramas antes del trasplante, se hace respetando las exigencias fisiológicas de la planta, con el objeto de conseguir mejoramientos cualitativos.

En el transcurso del primer año de vegetación, las / tareas de poda son poco numerosas.

Se ha visto que cuando se entierra completamente la estaca, ésta no desarrolla más que un brote. Cuando se producen muchos, se interviene para eliminar los sobrantes, al llegar éstos a una altura de unos cuarenta centímetros. Se conserva, naturalmente, el brote más vigoroso. Si la lignificación apenas ha comenzado, se cortan los brotes con los dedos. La fecha de esta operación varía con el clon y el / clima y generalmente va de fines de abril a fines de mayo.

En el transcurso de la estación vegetativa, es preferible no realizar otras operaciones. Se esperará al final del invierno para poder las ramas laterales de los barbados destinados a permanecer en el vivero durante un segundo año.

Se ha constatado que la poda del primer año tiene un marcado efecto desfavorable sobre el diámetro de los barbados. Observaciones efectuadas sobre varios clones han

puesto en evidencia que la presenvia de ramas laterales favorece el engrosamiento del fuste del barbado y, por lo tanto, un desarrollo más equilibrado entre la altura y el diámetro. El número de ramas laterales que se forman en el primer año varía de un clon al otro. De todos modos, las ramas son bastante / flexibles y no obstaculizan las labores del terreno, a excepción de aquéllas insertas muy abajo, hasta los 30-40 cm, las que pueden quedar aprisionadas en los instrumentos de labranza, provocando a veces la rotura de la plantita. Su eliminación evita el inconveniente anotado.

Otra operación que puede ser prevista se refiere a los sujetos en los cuales el brote terminal ha sido destruido o dañado accidentalmente o por los insectos. En algunos casos / puede ensayarse la reforma de los barbados podando la extremidad hasta una yema bien formada. En general, si la mutilación es grave, el resultado no es satisfactorio; el sujeto / obtenido toma a menudo la forma de bayoneta y, sobre todo, será dominado por los vecinos y perderá valor. Es mejor eliminar estos barbados cuando se constata el daño o el estado de indudable debilidad.

Pero es en el segundo año que se vuelven necesarias diversas operaciones de poda. En efecto, si se dejan todas las ramas, éstas, siendo rígidas, obstaculizan el pasaje de las máquinas para los tratamientos y para las labores del terreno.

Al comienzo de la segunda estación vegetativa, la poda interesará las ramas laterales más bajas, para aligerar el uso de los medios mecánicos; sin influir, sin embargo, negativamente sobre el crecimiento diamétrico de los barbados. Las experiencias realizadas han establecido que, a estos fines, es suficiente podar hasta 1,30 m de altura del suelo. Haciéndolo así, en la mayor parte de los clones no se han notado efectos desfavorables. Podría también realizarse el recorte de las ramas, pero esta operación impondría una intervención sucesiva para su supresión definitiva.

Es posible que por encima de 1,30 m de altura los barbados de algunos viveros no tengan otras ramas y que, en consecuencia, con la poda permanezcan

completamente desnudas. Aparte de estos casos, es preferible no despojar completamente la planta con esa intervención en la pre-germinación. Las ramitas, formadas durante el primer año, que permanezcan más allá de los 1,30 m de altura, contribuirán al engrosamiento del fuste en los meses primaverales y precisamente justo cuando la intensidad luminosa a la cual son expuestas es suficiente para mantenerlas vitales. Su vigor se atenúa cuando la sombra aumenta por el desarrollo de las ramas del año de las yemas hibernantes. En tal caso, se puede proceder a su supresión. La fecha variará, según la zona, entre junio y julio; época todavía favorable por la cicatrización de las heridas.

Se notará que la supresión de las ramas durante la vegetación acelerará las labores de preparación de las plantas en el momento de su arrancado del terreno. Puede así transferirse una parte del trabajo de un período de sobrecarga a uno más aliviado. Además se trata de ramas formadas el primer año y ya desvitalizadas.

Entre las ramas del año toman, la ventaja aquéllas turionales que, en algunos ambientes, pueden ejercer una competición notable en cuanto a la parte superior de la planta, provocando un estrechamiento evidente del fuste en la zona de separación entre el crecimiento del primero y del segundo año.

En estos casos conviene hacer (en julio) una escamonda, adecuando la intensidad a las posibles reacciones de la planta en relación con las condiciones ambientales.

Al comienzo del otoño, en el momento del arrancado, se realiza una poda de preparación de los barbados, suprimiendo las ramas del año menos vigorosas (las últimas ramas formadas durante el primer año habrán sido eliminadas en junio-julio); sin excederse en intensidad, para no interferir negativamente sobre la traslocación de las sustancias de reserva de las hojas al fuste de los barbados.

Después de la caída de las hojas e inmediatamente antes del comienzo del arrancado, se procederá a la poda definitiva pre-plantación de las ramas sobrantes del año, utilizando plataformas para llevar los operarios a la altura de las ramas a podar. Es preferible, por ser menos costosa, realizar esta poda sobre la planta en pie.

En síntesis, podrían recomendarse las siguientes operaciones:

a) durante el primer año y solamente en los casos en los cuales se hace necesario:

- eliminar, dentro del mes de mayo, los brotes sobrantes, conservando aquéllos más vigorosos;
- cortar las ramas laterales insertas a altura inferior a 30 - 40 cm. del suelo, para facilitar el pasaje de las máquinas;
- corregir las copas dañadas por accidentes varios o por insectos.

b) durante el segundo año:

- podar los barbaños hasta una altura de 1,30 m., antes del comienzo de la vegetación y suprimir las plantas decididamente / dominadas;
- eliminar, a fin de abril, los brotes que se forman de las yemas hibernantes en la parte basal del fuste, hasta los 1,30 - 1,50 m.;
- corregir las copas eventualmente dañadas, eliminar las ramas del "verticilo" (donde fuere necesario) y suprimir (en el período junio-julio) las ramas sobrantes formadas durante el primer año;
- iniciar, en septiembre, la poda de limpieza pre-arrancado, / cortando las ramas del año más bajas y más débiles o menos cargadas de hojas;
- completar, después de la caída de las hojas, la poda previa al arrancado, suprimiendo todas las ramas remanentes.

Este modelo de poda tiene por objeto mejorar la calidad del barbaño y, por lo tanto, respeta las exigencias para favorecer un crecimiento equilibrado.

A los fines de la reducción de los costos, podrán proponerse algunas modificaciones, pero deberán las mismas estudiarse caso por caso.

El recejado

De diversas pruebas realizadas tanto en Italia como en el exterior se desprende que en la constitución de los montes de álamo con el clon 'I-214' o con otros euramericanos ('Rn', 'BL Constanzo', 'L, Avanzo', etc) es posible utilizar con éxito positivo los plantones de 1 y de 2 años; esto es, los fustes de los barbaños privados de la parte radical. El preadmiato no se resiente en tal caso de modo significativo a condición de / que se tenga

la precaución de plantar los plantones a profundidad mayor / que la de los barbados, para garantizarles una fijación suficiente y el enterrado de un mayor número de esbozos radicales, preexistentes sobre el fuste. En efecto, a igualdad de profundidad, con sujetos provenientes de viveros de un año, luego de la colocación en lugar definitivo se ha notado un despertar de la vegetación más lento para los plantones que para los barbados; por lo demás, sin consecuencias marcadas sobre el prendimiento o sobre el crecimiento final.

Es evidente que el empleo de los plantones justifica la adopción de la práctica del recepado del vivero.

Esta técnica favorece la producción de plantones de uno o de dos años de buena dimensión, superiores a los de los correspondientes barbados de estaca, y elimina, por lo menos por algún turno, la operación de la plantación de las estacas, siempre muy onerosa.

La cepa provista de aparato radical es más precoz / que la estaca y desarrolla brotes mucho más vigorosos y numerosos, por lo cual la monda resulta una operación importante en la crianza del vivero recepado.

De acuerdo a distintas pruebas efectuadas en estos últimos años, referentes a la intensidad y la época de la monda de los rebrotes, puede ser mantenido con éxito un solo rebrote por cepa y es posible intervenir en un lapso bastante / largo; esto es, desde el comienzo de mayo hasta la mitad de / junio.

Si se interviene al comienzo de mayo, sobre brotes de una veintena de cm. de longitud y todavía herbáceos, la operación puede ser hecha con los dedos muy rápidamente. Un millar de cepas puede ser mondado en dos horas de labor. Dada, sin embargo la precocidad del momento, sobre la cepa surgen nuevos brotes; por lo cual, al final del mes, se necesita repetir la operación. La misma puede ser todavía realizada con los dedos y empleando tiempos análogos a los necesarios para la primer intervención. Estas operaciones pueden ser anticipadas o postergadas en una o dos semanas, de acuerdo a la marcha estacional y a las características climáticas locales.

Si se interviene por primera vez cuando los brotes han alcanzado la altura de un metro (orientativamente entre / fines de mayo y el principio de junio), estando ahora lignificados, su supresión debe ser realizada con la tijera de podar con un tiempo de trabajo que, para 1000 cepas, es en promedio de 4 horas.

Después de las intervenciones de fines de mayo a comienzos de junio, la cepa emite nuevos brotes que serán, sin embargo, destinados a sufrir la competencia del rebrote elegido previamente; por tal razón no siempre es necesario suprimirlos. En cambio, a veces resulta útil podar las ramas laterales del rebrote elegido anteriormente, hasta una altura de 30-40 cm., para evitar que se enreden en los implementos de labranza y éstos los arrastren y los rompan o desgajen.

A los fines del desgajado, que podría ser producida también por el viento, no es tan importante la época del desbrote como la inserción del brote sobre la cepa.

Siempre deben ser elegidos los rebrotos insertos / más firmemente. Aparte del desbrote, muy esmerado en el vivero recepado, las otras operaciones culturales son las mismas que se suelen realizar en el vivero normal. Solamente la lucha contra los insectos merece una conversación aparte.

Ha sido observado que la permanencia durante más años del vivero recepado permite a los insectos xilofagos, tales como el taladrillo del álamo (Cryptorhynchus laevis L.) y la saperda mayor (Saperda carcharias L.), establecerse y multiplicarse en el mismo vivero, encontrando los mismos, sobre la propia cepa, las condiciones favorables para la ovideposición y el desarrollo.

Estas plantas recepadas podrían llegar a ser peligrosos depósitos de infestaciones, capaces de reenviar numerosas poblaciones de insectos sobre plantaciones jóvenes, particularmente afectadas por estos insectos, donde la infestación podría alcanzar niveles difícilmente erradicables por los medios normales de lucha química.

Es evidente que las cepas deben ser cuidadosamente desinfestadas anualmente, usando los insecticidas normalmente utilizados en la lucha contra la saperda y el taladrillo. Para los plántones, es aconsejable la desinfestación antes de su distribución, con principios eficaces contra el taladrillo; / también, durante las bajas temperaturas se aconseja la eliminación de la parte basal de las cepas dañadas por larvas de / saperda.

La difusión de los insectos no es el único límite para el recepado en Italia. Con los clones registrados más recientemente, como el 'L.Avanzo' y el 'Cina',

para los cuales, en un primer momento, la técnica fuera nuevamente propuesta, se ha verificado que ciertos fenómenos fisiopatológicos son exaltados. Hay además otros clones, como el "Lux" y el "Eridano" que no se prestan en absoluto al recepado. Los rebrotes crecen muy rápidamente y se cargan de hojas muy grandes, pero no lignifican con el mismo ritmo; razón por la cual se doblan y se rompen con facilidad en caso de fuertes tormentas acompañadas con vientos.

Al parecer, puede concluirse que el recepado del vivero, práctica muy difundida por ejemplo en Francia, no encuentra en Italia muchos defensores y es más bien considerada una forma de involución en la técnica cultural. En realidad, por ahora, esta forma de crianza está limitada a los clones que se adaptan y a los ambientes en los cuales ha sido experimentada sin inconvenientes de relieve.

La defensa fitosanitaria

Para la lucha contra los insectos y las enfermedades del vivero, consultar las recomendaciones de los especialistas, fáciles de hallar en diversas publicaciones.

El arrancado y la preparación de los barbados

Antes de proceder al arrancado, los barbados destinados a la venta son medidos individualmente para clasificarlos por categorías comerciales, de conformidad con las disposiciones vigentes (ley N° 269 del 22/05/73). Las clases diamétricas actualmente adoptadas en Italia (normas CEE del 08/03/75), en base a los diámetros para los barbados de uno y de dos años, son respectivamente las siguientes:

- a) barbados de un año (diámetro en mm a 50 cm de la tierra): / 15-20; 20-25; 25-30; 30-35; más de 35.
- b) barbados de dos años (diámetro en mm a 1 m de la tierra): / 25-30; 30-38; 38-46; 46-54; más de 54.

Para cada clase diamétrica, también se indican las alturas mínima y máxima consideradas adecuadas. A este propósito, puede observarse que la amplitud entre los valores extremos es exagerada. Por ejemplo, para los barbados de dos años de la clase

diámetrica de 25-30 mm, la diferencia es de 3,25 m y es de 5 m para la clase diámetrica de 46-54 mm. Evidentemente, con estos extremos en el ámbito de cada clase, es posible incluir, junto a / plantas con una buena relación h/l, plantas extremadamente alargadas. La pertenencia de los barbados a estas clases diámetricas e ipsométricas no es, por lo tanto, garantía absoluta de buena calidad.

Las normas precisan también requisitos que deben satisfacer las plantas para la comercialización, en lo referente a la conformación y el estado sanitario. Son excluyentes de la calidad leal y comercial de la planta la presencia de heridad no cicatrizadas (a excepción de las correspondientes a la poda), la presencia de fustes o de ramificaciones múltiples, de daños causados / por organismos nocivos, de curvatura excesiva del fuste y de fustes parcial o totalmente desecados.

Los barbados extraídos con el empleo de arados arrancadores especiales, En los viveros bogernados a recepado, el corte de los plántones se realiza a 5 cm del suelo, con cuchillas circulares montadas sobre tractor. Tanto los barbados como los plántones de uno ó de dos años son subdivididos, directamente en el campo, en base a la clase diámetrica que pertenezcan y, en el ámbito de cada una de éstas, reunidos en haces para facilitar las operaciones de carga y de descarga con el auxilio de una carretilla.

Si las plantas, están en buenas condiciones de hidratación y si la estación es oportuna, pueden ser destinadas directamente a su colocación en lugar definitivo. En cambio, si están más bien secas, es necesario rehidratarlas en su oportunidad. En la / tabla se presentan los pesos frescos de barbados del clon 'I-214' con contenidos normales de humedad, en relación con el diámetro y la altura. Los datos han sido recogidos de plantas crecidas en terreno arenoso y, por tanto, los contrastes son válidos para las plantas de vivero criadas.

La inmersión en agua antes de la plantación constituye un tratamiento muy importante no solamente por la rehidratación de los tejidos sino también por el estímulo ejercido por el agua sobre la emisión de las raíces.

Sobre el primer aspecto, es importante conocer la cantidad de agua absorbida por los tallos de los barbados, en función de la duración y de la modalidad de inmersión.

Se pueden sumergir las plantas totalmente, colocándolas en posición horizontal en recipiente adecuado y manteniéndolas bajo el agua con la ayuda de pesos o bien parcialmente, poniéndolas en posición vertical, con la parte basal del tallo bajo el agua por aproximadamente un metro; esto es, toda la porción destinada a la emisión de las raíces y, por lo tanto, al enterrado en lugar definitivo.

Diversas experiencias han demostrado que la cantidad de agua varía con la modalidad de inmersión, con la duración y con la clase diamétrica a la cual pertenece el barbado.

Así, por ejemplo, con una semana de inmersión, los barbados colocados verticalmente absorben una cantidad de agua proporcional al 15 % de su peso; en 15 días, proporcional al 20 % y después se mantiene aproximadamente constante. Los que se colocan horizontalmente (inmersión total) durante la primera y también la segunda semana absorben cantidades de agua más o menos análogas; pero la inhibición continúa posteriormente, prolongando el tiempo de inmersión hasta las 6-7 semanas. Se absorben así cantidades de agua en la proporción de hasta el 30-35 % del peso inicial.

Obviamente, la cantidad absorbida dependen también del estado de deshidratación, más o menos fuerte, en el cual se encuentran los barbados en el momento del comienzo del tratamiento.

La cantidad relativa de agua absorbida disminuye con el aumento del diámetro del barbado; en cambio, la absoluta aumenta.

Una vez rehidratados, los barbados se colocan inmediatamente en lugar definitivo, para evitar que eventuales exposiciones al sol puedan dañar las raíces formadas, ahora estimuladas.

Si el trasplante de los barbados es demorado, conviene protegerlos con una cobertura adecuada. En casos así, conviene realizar la rehidratación preferentemente cerca del lugar de plantación definitiva.

TABLA A DOBLE ENTRADA DEL PESO FRESCO EN KG. DE LOS BARBADOS DEL CLON "I-
EN FUNCION DE DIAMETRO A UN METRO DEL SUELO Y DE LA ALTURA TOTAL.

| a suelo | Altura total de los barbados al final del segundo año de veget | | | | | | | | |
|------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----|
| | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 |
| 0,831 | 0,935 | 1,041 | | | | | | | |
| 0,955 | 1,074 | 1,196 | | | | | | | |
| 1,086 | 1,221 | 1,360 | 1,500 | | | | | | |
| 1,224 | 1,377 | 1,533 | 1,692 | | | | | | |
| | 1,540 | 1,714 | 1,892 | 2,073 | | | | | |
| | 1,710 | 1,904 | 2,101 | 2,303 | | | | | |
| | | 2,102 | 2,321 | 2,543 | 2,768 | | | | |
| | | 2,309 | 2,549 | 2,702 | 3,040 | | | | |
| | | 2,524 | 2,786 | 3,052 | 3,223 | 3,598 | | | |
| | | | 3,032 | 3,322 | 3,617 | 3,916 | | | |
| | | | 3,286 | 3,600 | 3,920 | 4,245 | | | |
| | | | | 3,889 | 4,235 | 4,585 | 4,941 | | |
| | | | | 4,187 | 4,559 | 4,936 | 5,320 | | |
| | | | | 4,494 | 4,893 | 5,299 | 5,710 | 6,127 | |
| | | | | 4,810 | 5,238 | 5,671 | 6,112 | 6,558 | |
| | | | | | 5,592 | 6,055 | 6,525 | 7,000 | |
| | | | | | 5,956 | 6,449 | 6,950 | 7,457 | |
| | | | | | 6,329 | 6,854 | 7,386 | 7,925 | |
| | | | | | 6,713 | 7,269 | 7,833 | 8,405 | |
| | | | | | | 7,694 | 8,291 | 8,897 | |
| | | | | | | 8,129 | 8,760 | 9,400 | 10 |
| | | | | | | 8,575 | 9,241 | 9,915 | 10 |
| | | | | | | 9,031 | 9,731 | 10,442 | 11 |
| | | | | | | 9,496 | 10,233 | 10,980 | 11 |

04. d 1,734 . h 1,233

= peso fresco en Kg

= diámetro a 1 m en cm.

= altura total en m.