

Figura 6.10 Grandes daños son causados por los insectos destructores de la semilla y de los conos. (a) Muestra a la chinche de la semilla, *Leptoglossus corculus*, sobre un cono de pino "loblolly". Este insecto perfora las semillas en desarrollo y las destruye. (b) Muestra el notable efecto sobre el rendimiento de semilla por cono derivado del control de este insecto. (Fotos por cortesía de Gary DeBarr, U.S. Forest Service, Athens, Georgia.)

Tabla 6.1 Plaguicidas disponibles para prevenir pérdidas de semilla genéticamente mejorada.

Tratamiento	Porcentaje de semilla viable	Porcentaje de germinación	Conos muertos por el gusano del cono	Conillos que sobreviven de mayo a agosto	Semillas viables por cono
Furadan	86	97	12	95	72
Guthion	79	99	17	89	78
Testigo	74	100	20	92	59

Nota En la tabla se presentan los resultados de un estudio diseñado para estimar la utilidad de los plaguicidas Furadan y Guthion en el control de las pérdidas causadas por el gusano del cono (*Doryctria* sp.) en un huerto semillero de pino "loblolly". Los resultados son sólo para protección en el segundo año de desarrollo (datos por cortesía de la Union Camp Corporation).

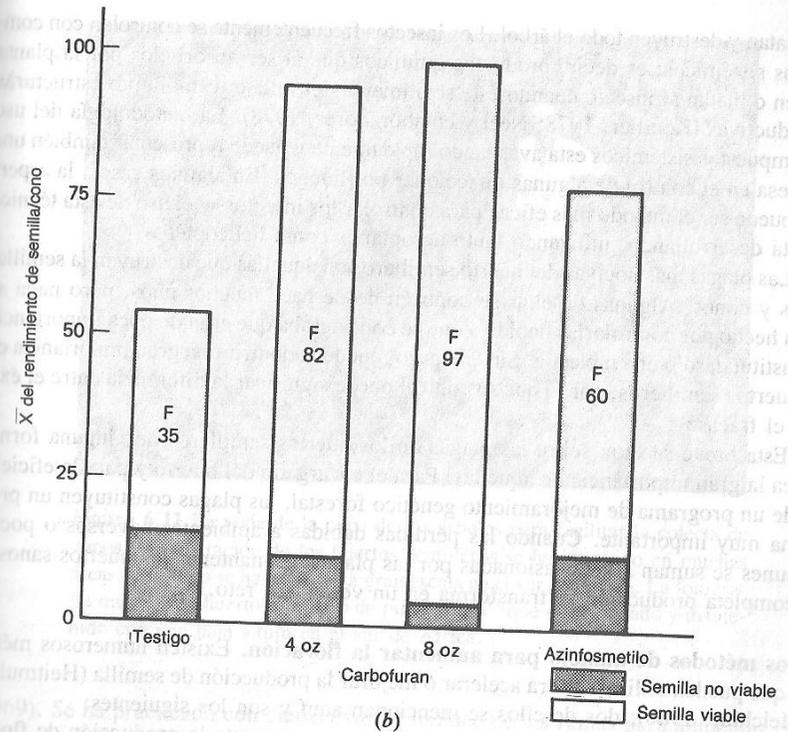


Figura 6.10 (Continuación)

da por unidad de área del huerto semillero. Por ejemplo, en los huertos de pinos del sur, DeBarr (1971) y otros han demostrado que el valor de los huertos semilleros aumenta drásticamente cuando disminuyen las pérdidas de semilla mediante el uso de insecticidas sistémicos eficaces (tabla 6.1) (figura 6.10).

La importancia del control de plagas fue ilustrada gráficamente por Weir (1975), quien demostró que la magnitud de las pérdidas potenciales causadas por plagas que destruyen la semilla de los huertos semilleros era superior al valor económico de la madera destruida por el muy destructivo escarabajo de los pinos del sur. *Un factor importante que determina si un huerto semillero es o no económicamente conveniente depende del éxito logrado en el control de las plagas del huerto.*

Se han desarrollado muchos métodos para controlar las plagas de los huertos semilleros, y van desde la remoción manual, caza o captura, aspersión, y el uso de productos químicos. Con mucho, los insectos son plagas que causan más daños en los huertos semilleros; no son fáciles de controlar. Varían desde pequeños insectos y enfermedades transmitidas por éstos que atacan flores, frutos y conos (DeBarr y Williams, 1971; Miller y Bramlett, 1978; Hedlin y colaboradores, 1980; Cameron, 1981) hasta aquellos

que matan y destruyen todo el árbol. Los insectos frecuentemente se controlan con compuestos sistémicos; es decir, productos químicos que al ser absorbidos por la planta repelen o matan al insecto cuando éste se alimenta del follaje, cámbium o estructuras reproductivas (Koerber, 1978; Neel y colaboradores, 1978). La metodología del uso de compuestos sistémicos está avanzando rápidamente y puede representar también una promesa en el control de algunas infecciones por hongos. En algunos casos, la aspersión puede ser el método más eficaz para controlar los insectos, y el uso de esta técnica se está desarrollando, utilizando tanto aeroplanos como helicópteros.

Las plagas más nocivas del huerto semillero son aquellas que destruyen la semilla, frutos y conos. Algunas de ellas se conocen desde hace muchos años, pero nada se había hecho por controlarlas debido a que se consideraba que eran de poca importancia y constituían sólo una molestia. Sin embargo, pueden adquirir una gran importancia en los huertos semilleros, por lo que su control puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Esta breve sección sobre las plagas de los huertos semilleros de ninguna forma indica la gran importancia de aquéllas. Para el encargado del huerto y para la eficiencia de un programa de mejoramiento genético forestal, las plagas constituyen un problema muy importante. Cuando las pérdidas debidas a ambientes adversos o pocos comunes se suman a las ocasionadas por las plagas, el mantener los huertos sanos y en completa producción se transforma en un verdadero reto.

Otros métodos de manejo para aumentar la floración. Existen numerosos métodos que pueden utilizarse para acelerar o mejorar la producción de semilla (Heitmuller y Melchior, 1960); dos de ellos se mencionan aquí y son los siguientes:

El cinchado parcial del tronco suele hacer que aumente la producción de flores y conos (Bower y Smith, 1961; Melchior, 1961; Hansbrough y Merrifield, 1963). Aunque este método da buenos resultados, ya sea como una faja o una banda, es un método severo que en general no se recomienda para huertos que se desea mantener durante largos períodos de tiempo. Es muy útil para obtener una abundante cantidad de semillas a partir de árboles aislados que sólo se utilizarán temporalmente.

La poda de la copa para mantener una baja altura del árbol y facilitar de esta manera la colecta de la semilla se ha estudiado y practicado ampliamente, pero con éxito poco significativo (figura 6.11). Esta práctica también se utiliza con la perspectiva de reducir la altura de los árboles y facilitar la polinización controlada. En general, la cosecha de semillas de árboles que han sido despuntados, comparada con la obtenida a partir de árboles normales, varía desde poca o ninguna reducción observada (Gansel, 1977), hasta una disminución del 50% en pinos (van Buijtenen y Brown, 1962; Copes, 1973b) y de mucho más en el caso de géneros como *Abies*, que llevan la mayoría de los conos en la parte superior. Aunque todavía se está probando, este método no se acepta generalmente como método de manejo del huerto semillero para la mayoría de las especies. Uno de los inconvenientes es que las ramas del árbol bajo la porción cortada tienden a curvarse hacia arriba para formar una nueva yema apical o yemas múltiples. Esto puede prevenirse parcialmente mediante medidas intensivas tales como amarrar hacia abajo la rama que crezca de esa forma (Toda y colaboradores, 1963; van der Sijde,



Figura 6.11 La poda de la copa de los árboles para facilitar la colecta de conos y la operación de los huertos semilleros se ha intentado en muchas áreas, pero sólo se ha utilizado a gran escala en el sur de África. La fotografía muestra un huerto semillero de pino "slash" que se ha podado y mantenido con una baja altura en el sur de África.

1969). Se ha practicado con cierto éxito el moldeo de las ramas para aumentar el número de yemas florales en los nuevos retoños resultantes (Shibata, 1968).

Registros del huerto semillero

La importancia de mantener buenos registros en el huerto semillero nunca podrá ser exagerada. Los registros representan la historia del huerto, y son la base de las recomendaciones presentes y futuras. Identifican el material genético contenido en el huerto semillero y reducen la posibilidad de errores. Es de gran importancia el hecho de que constituyen un registro de los ambientes y los métodos de manejo que han afectado al huerto, cómo se manejaron éstos y cuáles fueron los resultados obtenidos.

Básicamente, se necesitan dos tipos de registros: (1) los relacionados con el huerto como una unidad, y (2) los relacionados con árboles o clones individuales dentro del huerto. La información mínima acerca del huerto como unidad debe incluir los siguientes puntos:

A. Fertilización y adición de cal

1. Tipo: formulación
2. Dosis
3. Fecha de aplicación

4. Método de aplicación: al voleo o en un solo árbol, en tierra o desde un aeroplano

B. Riego (si se aplica)

1. Fechas requeridas, lecturas del tensiómetro
2. Cantidad y periodicidad

C. Subsoleo-fecha, profundidad, dirección

D. Control de insectos y enfermedades

1. Material utilizado para el control
2. Dosis utilizadas
3. Método de aplicación
4. Fecha de aplicación
5. Efectividad

E. Podas

1. Fecha
2. Tipo

F. Aclareos

1. Fecha
2. Clones y árboles removidos—árboles restantes
3. Tipo de aclareo (dasonómico y/o genético)

G. Condiciones: fenómenos biológicos y ambientales poco comunes. Las fechas y las actividades comprendidas deben registrarse en los siguientes casos:

1. Tormentas de hielo
2. Sequías
3. Heladas tardías
4. Inundaciones o lluvias muy intensas
5. Vientos poco comunes

Los registros meteorológicos completos facilitan bastante el manejo del huerto semillero. Debe contarse con una estación meteorológica en cada huerto para obtener los registros de precipitación, humedad relativa, temperatura, y velocidad y dirección del viento. Es muy útil un termómetro con escala de temperaturas máximas y mínimas. Muchas organizaciones prefieren contar además con higrómetro, anemómetros y otro equipo.

Los registros precedentes proporcionan una estructura general del huerto que puede consultarse para ver lo que ha ocurrido, qué fue lo que se hizo para corregir cualquier daño y qué tan provechosa fue la acción aplicada. Para un uso más inmediato, dichos registros pueden ayudar a explicar por qué existen bajas cosechas de semilla o por qué la germinación de las semillas está bajo la par e incluso pueden utilizarse para ayudar a predecir las cosechas de semillas. Los registros proporcionan la estructura necesaria del conocimiento general que asegurará que el manejo del huerto se haga correctamente para obtener máximas utilidades del programa de mejoramiento genético forestal. Las primeras prácticas de manejo como fertilización, subsoleo y riego deben aplicarse en el momento adecuado y en una forma específica para obtener los mayores beneficios.

Los registros clonales de árboles individuales son más detallados y dan una historia de cualquiera de los árboles del huerto; dichos registros detallados con frecuencia no son conservados por los encargados que carecen de experiencia en huertos debido a que su utilidad y necesidad suelen no apreciarse sino hasta que se inician las operaciones para huertos semilleros de generación avanzada. A medida que se establecen huertos mejorados de primera generación, la información clonal detallada se torna esencial para la selección de árboles y clones que van a utilizarse. No proporciona ningún beneficio incluir un clon genéticamente superior en un huerto, si no produce flores o semillas viables. Los registros clonales tienen una importancia incluso más inmediata para los huertos semilleros vegetativos, combinados con los resultados de la prueba de progenie constituyen la base de la depuración y el mejoramiento consecuente de los huertos semilleros de primera generación y de generación avanzada. Los registros clonales detallados de la floración y de los períodos de maduración del fruto o del cono también facilitan bastante el control de la polinización y la colecta de los conos. Los registros mínimos que deben hacerse para cada clon de un huerto vegetativo deben incluir los siguientes puntos:

A. Método y fecha de propagación

B. Grado de incompatibilidad

C. Floración

1. Edad cuando se inició (conos masculinos y femeninos)
2. Densidad de conos masculinos y femeninos
3. Fechas de liberación del polen y receptividad de los conillos femeninos

D. Producción de conos, frutos y semillas

1. Producción de semilla (baja, moderada, alta)
2. Fecha de maduración de cono o fruto
3. Número promedio de semillas por cono o fruto
4. Viabilidad de la semilla
5. Capacidad germinativa

E. Susceptibilidad particular de la semilla, conos o frutos a los insectos y enfermedades

F. Manejo especializado de los rametos individuales de un clon

1. Problemas tales como crecimiento anormal, desarrollo anormal del cono o del fruto, aborto, etc.
2. Fertilización especial o subsoleo en caso de corteza estriada.

El sistema sugerido de registro anterior es mínimo, pero proporciona la información necesaria para un huerto semillero vegetativo operativo. Aunado a un buen sistema de registro, es necesario que los rametos y árboles del huerto sean identificados y marcados positivamente. Un sistema de marcaje preciso y conveniente facilita ampliamente las operaciones del huerto, tales como el control de la polinización y la recolección de los conos. Cada uno de los árboles debe marcarse con etiquetas permanentes y fácilmente legibles. Un buen mapa del huerto que muestre la identificación y ubicación exacta



Figura 6.12 Los diseños de huertos semilleros de algunas latifoliadas son complejos. Por ejemplo, no se ha encontrado un diseño realmente adecuado para las especies polinizadas por insectos, como es el caso de la especie *Liriodendron tulipifera* (a). Las especies dióicas requieren también diseños especiales para una eficiente producción de semillas. Dichos problemas son particularmente importantes en las latifoliadas tropicales. En el caso de las especies de latifoliadas, como *Liquidambar styraciflua* (b), que son polinizadas por el viento, los diseños normales de huertos semilleros de coníferas son adecuados.

de cada árbol es fundamental para efectuar las operaciones y para reidentificar las plantas cuando se ha perdido la identificación inicial.

Especies con problemas especiales en el huerto

Casi todo lo que se ha dicho sobre la producción de semillas ha tenido que ver con especies polinizadas por el viento, en las cuales el polen es transportado de un individuo a otro a través del aire. Dichas especies son principalmente monóicas, lo cual significa que ambos sexos están en un mismo árbol. El énfasis se ha concentrado en este grupo de árboles debido a que son los más comunes de los árboles forestales económicamente importantes y porque se tiene la mejor información acerca de cómo manejar y controlar la producción de semillas en especies polinizadas por el viento.

Existen dos grandes tipos de sistemas de mejoramiento genético y de polinización que causan problemas especiales en el diseño del huerto. Estos sistemas son para especies dióicas, donde los dos sexos están en diferentes árboles, y para especies en las cuales el polen es transportado por insectos (especies entomófilas) en vez del viento.



Figura 6.12 (Continuación)

Los diseños de huertos de las especies dióicas consisten básicamente en polinizadores (masculinos) rodeados por un grupo de individuos femeninos. El problema consiste en cómo deben disponerse muchos individuos femeninos en torno a los individuos masculinos. En efecto, no hay riesgo alguno de que ocurra autofecundación, aunque se corre el riesgo de que ocurran otros tipos de cruza emparentadas. Debe desarrollarse el mejor proyecto para cada especie. Los problemas que surgen en un programa de mejoramiento genético forestal en el que se utilizan especies dióicas se relacionan en general con la selección del árbol, ya que por lo común el sexo del árbol no puede determinarse sino hasta que florece. Esto a veces da como resultado un exceso de árboles masculinos respecto a los femeninos, como ocurrió en el caso del fresno "green" (*Fraxinus pennsylvanica*) (Talbert y Heeren, 1979). Este problema se complica si los árboles masculinos se desarrollan mejor o muestran un mayor crecimiento que los árboles femeninos, como se ha supuesto para varias especies dióicas. Sin embargo, obtener un buen equilibrio genético en un huerto semillero es difícil en el caso de especies dióicas como el fresno (Talbert y Heeren, 1979). Las especies son comunes en latifoliadas, especialmente en las especies tropicales. Existen también en las gimnospermas, como por ejemplo en algunas *Cupressaceae* y en géneros como *Ginkgo*.

Los grupos de especies más difíciles de estudiar son las especies polinizadas por insectos (figura 6.12). Algunas son polinizadas tanto por el viento como por insectos, como algunos eucaliptos, mientras que otras, incluyendo a *Liriodendron*, son estrictamente polinizadas por insectos. El último grupo tiende a tener polen grande y pegajoso que es difícil de coleccionar, almacenar y estudiar. Aunque falta mucho por entender, es evidente que muchas latifoliadas tropicales son polinizadas por insectos, algunas mediante sistemas de polinización muy especializados.

Los diseños apropiados para huertos semilleros de especies entomófilas son un verdadero problema, por lo que no es posible recomendar sistema alguno. Todo depende del insecto y sus hábitos. Por ejemplo, Taft (1961) encontró que las abejas no existen al azar a lo largo de un huerto semillero de álamo "yellow", sino que tienden a concentrarse a un tiempo en un árbol. La mayoría de las abejas de un enjambre se alimentan en un árbol, después visitan algún otro. Esto hace que las abejas vuelen de una flor a otra dentro de un mismo árbol, y el principal resultado es la autofecundación. En el álamo "yellow" se han ensayado diseños tendientes a superar este problema mediante el injerto de varios clones en un portainjerto, de modo que los insectos irían de un clon a otro dentro de un mismo árbol y de esta forma llevarían a cabo la polinización cruzada. Sin embargo, este procedimiento no ha dado resultados satisfactorios, debido a la diferente tasa de crecimiento de los diferentes clones que se injertan en el portainjerto común. Se ha probado también la práctica agrícola de colocar trampas frente a la colmena que contiene el polen o la mezcla de polen desecados, y de esta manera se efectúa el control de la polinización. Esto ha dado buenos resultados en el caso de ciertos cultivos hortícolas, pero con frecuencia en especies arbóreas el polen es tan pegajoso, difícil de coleccionar, y posee un período de viabilidad tan corto que resulta muy difícil aplicar dicho método.

El problema más difícil de todos serían las especies entomófilas dióicas, pero no se conocen huertos semilleros compuestos por dichas especies. Hoy en día, puede

decirse en el caso de las especies polinizadas por insectos, que aún no se sabe cómo manipularlas eficazmente en la situación de un huerto semillero de árboles forestales.

HUERTOS SEMILLEROS PARA INVESTIGACIÓN: BANCOS CLONALES

La mayoría de las descripciones del huerto son aplicables a los huertos semilleros operativos cuyo objetivo es producir grandes cantidades de semilla para plantaciones comerciales. El banco clonal, huerto experimental o huerto semillero para investigación, también es de gran importancia y esencial para los programas a largo plazo (figura 6.13). Este tipo de huerto se utiliza para preservar y probar grandes números de genotipos, no para producir cantidades masivas de semilla destinadas a la plantación operativa, los objetivos y operaciones de los huertos experimentales se describen en el capítulo 1. Estos tipos de huertos se mencionan aquí sólo para señalar que pueden considerarse como huertos semilleros, pero que deben manejarse en una forma un poco distinta de los huertos para producción que anteriormente se describieron con detalle.

La mayoría de las veces se plantea la siguiente pregunta: ¿"cuántos árboles de una especie son necesarios como base para un huerto de investigación"?. La mejor



Figura 6.13 Los huertos para investigación tienen como finalidad la conservación del material genético para utilizarlo en el programa del mejoramiento genético y en las generaciones avanzadas. La fotografía muestra un banco clonal de latifoliadas que posee varios clones de varias especies distintas que se están conservando para utilizarlas en futuros programas de mejoramiento genético.

respuesta usual es: "entre mayor número de árboles, mejor". Sin embargo, de manera real algunas personas piensan que 200 individuos no emparentados forman una base conveniente; no obstante, la mayoría de los cálculos han demostrado que de 300 a 400 sería un número más apropiado. Muchos programas tienen 400 o más genotipos distintos como objetivo.

Algunos puntos en los cuales los huertos experimentales difieren de los huertos para producción, son los siguientes:

1. Los individuos emparentados pueden mantenerse juntos, si se desea que el establecimiento del huerto sea eficaz y se facilite el movimiento del rameto de un clon a otro en el caso de polinizaciones controladas. La plantación hecha de esta forma significa que es imposible realizar pruebas con semilla de polinización libre colectada del banco clonal debido a que habrá cruza emparentada y autofecundaciones.
2. No se requieren zonas de dilución del polen si no se va a utilizar semilla proveniente de polinización libre.
3. Es necesario mantener, ni menos de tres ni generalmente más de seis rametos del mismo clon o de individuos estrechamente emparentados.
4. El huerto experimental puede establecerse dondequiera que los árboles crezcan mejor y produzcan semilla. Con frecuencia, puede establecerse cerca del centro de investigación para facilitar las operaciones. Por lo general, el huerto experimental se establece en un lugar distinto al sitio donde se establece el huerto para producción, como garantía adicional ante la destrucción o pérdida de genotipos por causas ambientales u otras catástrofes. Muchas instituciones intercambian materiales vegetales de huertos experimentales para mayor seguridad. Individuos representativos de cada genotipo de interés se establecen en este tipo de huerto.
5. El huerto de investigación debe manejarse lo mejor posible para mantenerlo sano y para que produzca semilla. Esto implica un manejo intensivo similar al utilizado en los huertos semilleros para producción. Para evitar pérdidas o la mezcla de identidades o pedigrís, deben conservarse actualizados los *registros y clasificaciones*.

Los huertos experimentales o bancos clonales necesitan una amplia base genética para evitar la endogamia en generaciones futuras y preservar los genes y genotipos que podrían utilizarse a medida que se desarrolla el programa de mejoramiento genético forestal. Estos sirven de base para el mejoramiento genético forestal posterior y más avanzado. En contraste, los huertos para producción tienen como objetivo la producción de grandes cantidades de semilla con la máxima ganancia genética utilizando los mejores clones. Con mucha frecuencia, al huerto experimental se le brinda un mantenimiento mínimo. El huerto semillero para producción es esencialmente un "callejón sin salida" en lo que respecta a construir una base importante para generaciones futuras mejoradas; la función de la conservación y mejoramiento genético se lleva a cabo en el huerto experimental.

CERTIFICACION DE SEMILLA

Desde que el mejoramiento genético forestal aplicado empezó a aceptarse, ha habido mayor interés y se ha puesto un énfasis considerable en la certificación de semilla de la misma manera como tan exitosamente se ha hecho en el caso de los cultivos agrícolas. La certificación de semilla en dasonomía no es nueva. Ya desde 1903, Doi había publicado reglamentos para coleccionar y comerciar las semillas de *Cryptomeria* en Japón. Se han puesto en práctica algunos métodos recientes de certificación, pero no hay una uniformidad entre los diferentes métodos. Parece ser que la mayoría de las personas piensan que la certificación de semilla es sólo una buena idea. En un estudio efectuado en los Estados Unidos, el 97% de los entrevistados estuvieron a favor de la certificación de semilla. De ellos, el 93% opinó que dicho procedimiento fuera opcional y no obligatorio (Horning, 1961; Cech y colaboradores, 1962). La mayoría estuvo a favor de un programa de certificación que fuera administrado por grupos locales que tuvieran la autoridad legal para determinar estándares; sin embargo, Horning (1961), Rohmeder (1961) y Mathews (1964) piensan que es necesario un programa de certificación internacional.

Existen muchos significados para la certificación y clasificación de la semilla, como lo han señalado Barber y colaboradores (1962) y Barber (1969). No es necesario mencionar en este libro los detalles de los diferentes métodos y aplicaciones de la certificación de semilla. Sin embargo, la certificación requiere la supervisión general de la colecta y del manejo de la semilla de árboles forestales en una forma uniforme y constante, y es necesario tener un gran cuidado (Barber, 1969; Barber y Koster, 1976). Existe una tendencia a recalcar la importancia especial de la certificación de semilla en las áreas tropicales y subtropicales donde se utilizan especies exóticas (Banks y Barrett, 1973), pero también es necesaria en áreas de climas fríos donde las especies exóticas se cultivan ampliamente, como en Europa y Canadá (Presch y Stevenson 1976).

Con frecuencia surgen cuestiones acerca de si la certificación de semilla es realmente necesaria o no. Cada vez es más evidente que con los déficits de semilla, la gran necesidad de especies exóticas y la llegada de semilla genéticamente mejorada, son necesarios métodos de certificación uniformes y sencillos. Muchas personas piensan que la certificación significa lo que se denomina correctamente *clasificación*, en la cual se indican el tamaño, pureza, germinación y otra información acerca de la semilla. Otros piensan que debe haber un mínimo de *certificación de la fuente*; es decir, contar con una descripción precisa de dónde se obtuvo la semilla y, de manera optimista, conocer cuál es la calidad de los árboles progenitores. La certificación de la fuente es vital para toda la dasonomía exótica, y la falta de dicha información ha causado grandes fracasos y pérdidas en la dasonomía de todo el mundo. Para algunos forestales, la *certificación de semilla* constituye una afirmación acerca de la *calidad genética* de la semilla; éste debe ser el objetivo último de la certificación. La certificación de la calidad aumenta a medida que las pruebas de progeñie maduran y se cuenta con datos sobre el rendimiento genético. La certificación de la calidad es el proceso más difícil de todos, debido a que depende de muchos de los factores del producto: tamaño, cruza

y diseño de la prueba, método de estimación, edad y otros aspectos. Todo esto es tan complejo que puede nunca existir un consenso acerca de lo que debe requerirse.

Sin importar las definiciones, lo fundamental para cualquier tipo de programa de certificación de semilla de árboles forestales es asegurarse de que el comprador sabe lo que está adquiriendo. El objetivo de la certificación no es legislar lo que puede venderse; es tener la certeza de que el comprador recibe por lo que está pagando. Sin duda, los métodos de certificación aumentarán tanto regional como internacionalmente. Una necesidad real es evitar esquemas de certificación estrictos y dictatoriales, pero que al mismo tiempo satisfagan el objetivo de garantizar la calidad genética al comprador.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, E. 1960. Froplantagen i Skogsbrukets Tjänst [Seed orchards in Swedish forestry]. Sátryck ur Kungl. Skogs-och Lantbruksakademiens Tidskrift 99(1-2):65-87.
- Anderson, E. 1963. "Seed Stands and Seed Orchards in the Breeding of Conifers. Ist World Consul. on For. Gen. and Tree Impr. Estocolmo, Suecia.
- Banks, P.F. y Barrett, R. L. 1973. "Exotic Forest Tree Seed in Rhodesia." IUFRO, Symposium on Seed Processing, Bergen, Norway, Vol. II, pp. 1-8.
- Barber, J. D., Callahan, R. Z., Wakeley, P. C. y Rudolf, P. O. 1962. More on tree seed certification and legislation. *Jour. For.* 60(5):349-350, 352.
- Barber, J. D. y Dorman, K. W. 1964. Clonal or seedling seed orchards? *Sil. Gen.* 13(1-2):11-17.
- Barber, J. D. 1969. "Control of Genetic Identity of Forest Reproductive Materials." 2nd World Consul. For. Tree Breed., Washington, D. C., pp. 7-16.
- Barner, H. y Koster, R. 1976. "Terminology and Definitions to Be Used in Certification Schemes for Forest Reproductive Materials." XVI IUFRO World Congress, Oslo, Noruega.
- Barnes, B. V. 1964. "Self and Cross-pollination of Western White Pine: A Comparison of Height Growth of Progeny." U.S. Forest Service Research Note INT-22, pp. 1-3.
- Barnes, R. D. y Mullin, L. J. 1974. "Flowering Phenology and Productivity in Clonal Seed Orchards of *Pinus patula*, *P. elliottii*, *P. taeda* and *P. kesiya* in Rhodesia." Forestry Research Paper No. 3, Rhodesia For. Comm.
- Beers, W. L. 1974. "Industry's Analysis of Operational Problems and Research in Increasing Cone and Seed Yields." Colloquium: Seed Yields from Southern Pine Orchards, Macon, Ga., pp. 86-96.
- Beland, J. W. y Jones, L. 1967. "Self-Incompatibility in Sycamore." 9th South. Conf. on For. Tree Impr., pp. 56-58.
- Bengston, G. W. y Goddard, R. E. 1966. "Establishment, Culture and Protection of Slash and Loblolly Pine Seed Orchards. Some Tentative Recommendations. Proc. Southeast. Area For. Nur. Conf., Columbia, S.C., pp. 47-63.
- Bergman, A. 1968. "Variation in Flowering and Its Effect on Seed Cost—A Study of Seed Orchards of Loblolly Pine." Technical Report No. 38, School of Forest Resources, North Carolina State University, Raleigh.
- Bower, D. R. y Smith, J. L. 1961. "Partial Girdling Multiplies Shortleaf Cones." South. For. Notes No. 132, U. S. Forestry Service.
- Bramlett, D. L. 1974. "Seed Potential and Seed Efficiency." Colloquium: Seed Yields from Southern Pine Seed Orchards, Macon, Ga., pp. 1-7.
- Bramlett, D. L., Belcher, E. W., Debarr, G. L., Hertel, G. D., Karrfalt, R. P., Lantz, C. W., Miller, T., Ware, K. D. y Yates, H. O. 1977. "Cone analysis of southern pines—A guidebook." Technical Report SE-13, U. S. Forestry Service.
- Borrows, P. M. 1966. *A Theoretical Model for the Establishment of seed Orchards from Plus Trees*. Biometrics Team, Agricultural Research Council of Central Africa, Southern Rhodesia.
- Cameron, J. N. y Kube, P. D. 1980. "Management of Seedling Seed Orchards of *Eucalyptus regnans*—Selection, Strategy and Flowering Studies." Work-shop on Gen. Impr. and Prod. of Fast Growing Trees, São Pedro, São Paulo, Brasil.
- Cameron, R. S. 1981. "Toward Insect Pest Management in Southern Pine Seed Orchards." Texas Forest Service, Pub. No. 126.
- Chapman, W. L. 1968. "Ideas Regarding Seed Orchard Management." Proc. Southeastern Area For. Nur. Conf., Stone Mountain, Ga., pp. 131-139.
- Cech, F. C., Barber, J. C. y Zobel, B. J. 1962. Comments on "Who wants tree seed certification and why?" *Jour. For.* 60(3):208-210.
- Copes, D. L. 1973a. Genetics of graft rejection in Douglas fir. *Can. Jour. For. Res.* 4(2):186-192.
- Copes, D. L. 1973b. Effect of annual leader pruning on cone production and crown development of grafted Douglas fir. *Sil. Gen.* 22(5-6):167-173.
- Copes, D. L. 1981. "Selection and Propagation of Highly Graft-Compatible Douglas-Fir Rootstocks—A Case History." U. S. Forest Service Research Note PNW 376.
- Churchwell, B. 1972. "Hardwood Seed Orchard Management." Proc. Southeastern Area Nur. Conf., Greenville, Miss., pp. 84-87.
- Davey, C. B. 1981. Seed orchard soil management. In *Tree Improvement Short Course*, North Carolina State University-Industry Cooperative tree Improvement Program, School of Forest Resources, Raleigh, pp. 90-95.
- DeBarr, G. L. 1971. "The Value of insect Control in Seed Orchards: Some Economic and Biological Considerations." 11th Conf. South. For. Tree Impr., Atlanta, Ga., pp. 178-185.
- DeBarr, G. L. y Williams J. A. 1971. "Nonlethal Thrips Damage to Slash Pine Flowers Reduces Seed Yields." U. S. Forest Service Research Note SE-160.
- DeBarr, G. L. 1978. "Importance of the Seedbugs *Leptoglossus corculus* and *Tetyra bipunctata* and Their Control in Southern Pine Seed Orchards. Proc. Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 330-341.
- Dewers, R. R. y Moehring, D. M. 1970. Effect of soil water stress on initiation of ovulate primordia in loblolly pine. *For. Sci.* 16(2):219-221.
- Diekert, H. 1964. Einige Untersuchungen zur Selbsterilität und Inzucht bei Fichte und Lärche [Some investigations on self-sterility and inbreeding in spruce and larch]. *Sil. Gen.* 13(3):77-86.
- Doi, H. 1903. The enactment of the regulations on collection and marketing of *Cryptomeria* and hinoki cypress seeds. *Dainippions Saurin Kaihoo* [Bull. Jap. For. Assoc. 252:37-42]. De: *Abstr. Jap. Liter.* 1(A), 1970.
- Dorn, D. E. y Auchmoody, L. R. 1974. "Effects of Fertilization on Vegetative Growth and Early Flowering and Fruiting of Seed Orchard Black Cherry." 21st Northeast. Tree Impr. Conf., University of New Brunswick, pp. 6-18.
- Dyer, W. G. 1964. "Seed Orchards and Seed Productions Areas in Ontario." Proc. 9th Meeting of Comm. For. Tree Breeding in Canada, Part II, pp. 23-28.
- Dyson, W. G. y Freeman, G. H. 1968. Seed orchard designs for sites with a constant prevailing wind. *Sil. Gen.* 17(1):12-15.

- Fashler, A. M. K. y Devitt, W. J. B. 1980. A practical solution to Douglas-fir seed orchard pollen contamination. *For. Chron.* 56:237-241.
- Faulkner, R. 1962. Seed stands in Britain and their better management. *Quart. Jour. For.* 56(1):8-22.
- Faulkner, R. 1975. "Seed Orchards." Forestry Comm. Bull. No. 54, Her Majesty's Stationary Office, Londres.
- Feilberg, L. y Soegaard, B. 1975. "Historical Review of Seed Orchards." Forestry Comm. Bull. No. 54. Her Majesty's Stationary Office, Londres.
- Fielding, J. M. 1964. Notes on a Monterey pine seed orchard on Tallaganda State Forest in New South Wales. *Aust. For.* 28(3):203-206.
- Franklin, E. C. 1969. "Inbreeding Depression in Metrical Traits of Loblolly Pine (*Pinus taeda*) as a Result of Self-pollination." Technical Report 40, School of Forest Resources, North Carolina State University, Raleigh.
- Gallegos, C. M. 1978. "Criteria for Selecting Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Seed Orchard Sites in the Southeastern United States." *Proc. Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University*, pp. 163-176.
- Gallegos, C. M. 1981. "Flowering and Seed Production of *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (Results of a World-Wide Survey)." Symposium on General Improvement and Production of Fast-Growing Species, São Pedro, São Paulo, Brasil.
- Gansel, C. R. 1973. "Should Slash Pine Seed Orchards Be Moved South for Early Flowering?" 12th South. For. Tree Impr. Conf., Baton Rouge, La., pp. 310-316.
- Gansel, C. R. 1977. "Crown Shaping in a Slash Pine Seed Orchard." 14th South. For. Tree Impr. Conf., Gainesville, Fla., pp. 141-151.
- Gerdes, B. C. 1959. "Some Thoughts on Douglas-Fir Seed Orchards and Their Establishment." Proc., Society American Forestry, San Francisco, Calif.
- Giertych, M. M. 1965. Systematic lay-outs for seed orchards. *Sil. Gen.* 14(3):91-94.
- Goddard, R. E. 1964. Tree distribution in a seedling seed orchard following between and within family selection. *Sil. Gen.* 13(1-2):17-21.
- Greenwood, M. S. 1977. "Seed Orchard Fertilization: Optimizing Time and Rate of Ammonium Nitrate Application for Grafted Loblolly Pine" 14th South. For. Tree Imp. Conf., Gainesville, Fla., pp. 164-169.
- Greenwood, M. S. 1981. Reproductive development in loblolly pine. II. The effect of age, gibberellin plus water stress and out-of-phase dormancy on long shoot growth behavior. *Am. Jour. Bot.* 68(9):1184-1190.
- Gregory, J. D. 1975. "Subsoiling to Stimulate Flowering and Cone Production and Ameliorate Soil Conditions in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) Seed Orchards." Ph. D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
- Gregory, J. D., Guinness, W. M. y Davey, C. B. 1982. Fertilization and Irrigation Stimulate Flowering and Seed Production in a Loblolly Pine Seed Orchard. *South. Jour. App. For.* 6:44-48.
- Gregory, J. D., Guinness, W. M. y Davey, C. B. 1976. *Fertilization and Irrigation Stimulate Flowering and Seed Production in a Loblolly Pine Seed Orchard*. Soil Science Society of America, Houston, Tex.
- Grigsby, H. 1966. "Irrigation and Fertilization of Seed Orchards." West Reg. Nur. Conf., Hot Springs, Ark., pp. 1-18.
- Hansbrough, T. y Merrifield, R. G. 1963. "The Influence of Partial Girdling on Cone and Seed Production of Loblolly Pine." Louisiana State University Forestry Notes No. 52.

- Harcharik, D. A. 1981. "The Timing and Economics of Irrigation in Loblolly Pine Seed Orchards." Ph. D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
- Hatcher, A. y Weir, R. J. 1981. "Decision and Layout of Advanced Generation Seed Orchards." 16th South. For. Tree Impr. Conf., Blacksburg, Va., pp. 205-212.
- Hattermer, H. H., Andersson, E. y Tamm, C. O. 1977. Effects of spacing and fertilization on four grafted clones of Scots pine. *Stud. For. Suec.* 141:1-31.
- Hedlin, A. F., Yates, H. O., Lovar, D. C., Ebel, B. H., Koerber, T.W. y Merkel, E. P. 1980. *Cone and Seed Insects of North American Conifers*. Canadian Forestry Service, Ottawa.
- Heitmuller, H. H. y Melchior, G. H. 1960. Über die blühfördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und des Strangulation auf japanischer Lärche (*Larix leptolepis*) [On the flower-promoting effects of root pruning, bending of branches and strangulation in Jap. larch]. *Sil. Gen.* 9(3):65-72.
- Horning, W. H. 1961. Society of American Foresters' report on a study of seed certification conducted by the committee on Forest Tree Improvement. *Jour. For.* 59(9):656-661.
- Jett, J. B. y Finger, G. 1973. "Stimulation of Flowering in Sweetgum." 12th South. For. Tree Impr. Conf., Baton Rouge, La., pp. 111-117.
- Kellison, R. C. 1971. "Seed Orchard Management." 11th Congress on South. For. Tree Impr., Atlanta, Ga., pp. 166-172.
- Klein, J. T. 1974. "A Jack Pine Seedling Seed Orchard Plantation of Unusual Desing." 21st Northeast. For. Tree Impr. Conf., Fredrick, New Brunswick, pp. 55-65.
- Koerber, T. W. 1978. "Tests of Bole Injected Systemic Insecticides for Control of Douglas-fir Cone Insects." Proc. Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 323-329.
- Kraus, J. 1974. "Seed Yield from Southern Pine Seed Orchards." Colloquium: Yield from Southern Pine Seed Orchards, Macon, Ga., pp. 1-100.
- LaFarge, T. y Kraus, J. F. 1981. "Comparison of Progeny of a Loblolly Pine Seed Production Area with Progeny of Plus Tree Selections." 16th South. For. Tree Impr. Conf., Blacksburg, Va., pp. 302-310.
- Lindgren, D. 1974. "Aspects on Suitable Number of Clones in a Seed Orchard." IUFRO Meeting, Stockholm, pp. 293-305.
- Long, E. M., van Buijtenen J. P., y Robinson, J. F. 1974. "Cultural Practices in Southern Pine Seed Orchards." Colloquium: Seed Yield from Southern Pine Seed Orchards, Macon, Ga., pp. 73-85.
- Matthews, J. D. 1964. Seed production and seed certification. *Unasylva* 18(2-3):73-74, 104-118.
- McElwee, R. L. 1970. "Radioactive Tracer Techniques for Pine Pollen Flight Studies and an Analysis of Short-Range Pollen Behavior." Ph. D. thesis, School of Forest Resources, North Carolina State University, Raleigh.
- Mckinley, C. R. 1975. "Growth of Loblolly Scion Material on Rootstocks of Known Genetic Origin." 13th South. For. Tree Impr. Conf., Raleigh, N. C., pp. 230-233.
- Melchior, G. H. 1961. Versuche zur Ringelungsmethodik an Propflingen der europäischen Lärche (*Larix decidua*) und der japanischen Lärche (*Larix leptolepis*) [Experiments with girdling of grafts of European and Japanese larch]. *Sil. Gen.* 10(4):107-109.
- Miller, T. y Bramlett, D. L. 1978. "Damage to Reproductive Structures of Slash Pine by Two Seed-Borne Pathogens: *Diplodia gossypina* and *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*." Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 347-356.

- Miyake, N. y Okibe, A. 1967. Fundamental studies on seed gardens (orchards) of Japanese pine 5. Effects of some fertilizers on the growth and cone crops of Akamatsu (*P. densiflora*). *Bull. Shimane Agr. Coll.* **15A-2**:101-112.
- Moran, G. F., Bell, J. C. y Matheson, A. C. 1980. The genetic structure and levels of inbreeding in a *P. raedata* seed orchard. *Sil. Gen.* **29**(5-6):190-193.
- Nanson, A. 1972. The provenance seedling seed orchard. *Sil. Gen.* **21**(6):243-248.
- Neel, W. W., DeBarr, G. L. y Lambert, W. E. 1978. "Variability of Seedbug Damage to Pine Seed Following Different Methods of Applying Carbofuran Granules to a Slash Pine Seed Orchard." Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 314-322.
- Presch, R. F. y Stevenson, R. E. 1976. "Certifications of Source-Identified Canadian Tree Seed under the O.E.C.D. Scheme." Can. For. Ser. For. Tech. Rept. No. 19.
- Riemenschneider, D. E. 1977. "The Genetic and Economic Effect of Preliminary Cutting in the Seedling Orchard." Proc. 13th Lake States For. Tree Imp. Conf., St. Paul, Minn., (U. S. Forest Service Technical Report NC-50), pp. 81-91.
- Rohmeder, E. 1961. Probleme und Vorschläge internationaler Zertification des forstlichen Saatgutes [Problems and suggestions for an international certification of forest seed]. *Sonderdruck* **30**(9):253-255; **31**(8):219-221.
- Schmidling, R. C. 1972. "Importance of Fertilizer Timing on Flower Introduction in Loblolly Pine." 2nd N. Amer. For. Biol. Workshop, Society of American Foresters, Oregon State University.
- Schmidling, R. C. 1978. "Southern Loblolly Pine Seed Orchards Produce More Cone and Seed Than Do Northern Orchards." Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 177-186.
- Schmitt, D. M. y Perry, T. O. 1964. Self-sterility in sweetgum. *For. Sci.* **10**:302-305.
- Schopmeyer, C. S. (Director de la edición). 1974. *Seeds of Woody Plants in the United States*, Agricultural handbook No. 450. U. S. Forest Service, Washington, D. C.
- Schultz, R. P., Wells, C. G. y Bengtson, G. W. 1975. "Soil and Tree Responses to intensive Culture in a Slash Pine Clonal Orchard: 12 Year Results." U. S. Forest Service Research Paper SE-129.
- Shibata, M. 1968. "Studies on Pruning and Shaping of Grafts in Seed Orchards." Trans. of 79th Mtg. Jap. For. Soc.
- Slee, M. W. y Spidy, T. 1970. The incidence of graft incompatibility with realted stock in *P. caribaea v. Hondurensis*. *Sil. Gen.* **19**(5-6):184-187.
- Sniezko, R. A. 1981. "Genetic and Economic Consequences of Pollen Contamination in Seed Orchards." Proc. Southern Forest Tree Improvement Conf., Blacksburg, Va., pp. 225-233.
- Sorenson, F. C. y Miles, R. S. 1974. Self-pollination effects on Douglas fir and ponderosa pine seeds and seedlings. *Sil. Gen.* **23**(5):135-138.
- Sprague, J., Jett, J. B. y Zobel, B. 1978. "The Management of Southern Pine Seed orchards to Increase Seed Productions." Symposium on Flowering and Seed Development in Trees, Mississippi State University, pp. 145-162.
- Squillace, A. E. 1967. Effectiveness of 400-foot insolation around a slash pine seed orchard. *Jour. For.* **65**(11):823-824.
- Steinbrenner, E. C., Duffield, J. W. y Campbell, R. K. 1960. Increased cone productions of young Douglas-fir following nitrogen and phosphorus fertilization. *Jour. For.* **58**(2):105-110.
- Stern, K. 1959. The rate of inbreeding within the progenies of seed orchards. *Sil. Gen.* **8**(2):37-68.
- Swofford, T. F. 1968. "Seed Orchard Management." Southeast. Area For. Nur. Conf., Stone Mountain, Ga., pp. 83-89.

- Taft, K. A. 1961. "The Effect of Controlled Pollination and Honeybees on Seed Quality in Yellow Poplar (*Liriodendron tulipifera*) as Assessed by X-ray Photographs," Technical Report 13, School of Forestry, North Carolina State University, Raleigh.
- Taft, K. A. 1966. "Cross and Self-Incompatibility and Natural Selfing in Yellow Poplar (*Liriodendron tulipifera*)." 6th World For. Cong., Madrid, pp. 1-11.
- Taft, K. A. 1968. "Hardwood Seed Orchard Management." Southeastern Area For. Nur. Conf., Stone Mountain, Ga., pp. 90-91.
- Talbert, J. T. y Heeren, R. D. 1979. Sex differences in green ash. *South. Jour. App. For.* **3**(4):173-174.
- Thielges, B. 1975. "Forest Tree Improvement, the Third Decade." 24th Annual For. Symp., Louisiana State University, Baton Rouge, La.
- Toda, R., Akasi, T. y Kikuti, H. 1963. Preventing upward curving of limbs of topped seed-trees by growth substance treatment. *Jour. Jap. For. Soc.* **45** (7):227-230.
- Toda, R. 1964. Special issue of *Silvae Genetica* **13**(1) on vegetative and seedling seed orchards.
- van Buijtenen, J. P. y Brown, C. L. 1962. "The Effect of Crown Pruning on Strobile Production of Loblolly Pine." For. Gen. Workshop, Macon, Ga.
- van Buijtenen, J. P. 1968. "Seed Orchard Management." Proc. Southeastern Area For. Nur. Conf., Stone Mountain, Ga., pp. 123-127.
- van Buijtenen, J. P. 1971. "Seed Orchard Design-Theory and Practice." 11th Conf. South. For. Tree Impr. Atlanta, Ga., pp. 197-206.
- van Buijtenen, J. P. 1981. "Advanced Generation Tree Improvement." 18th Canadian Tree Impr. Assoc. Meet., Duncan, British Columbia," pp. 1-15.
- Vande Linde, F. 1969. "Some Practical Aspects of Seed Orchard Management in the South." Proc. 10th South. Conf. For. Tree Impr., Houston, Tex., pp. 199-204.
- van Sijde, H. A. 1969. "Bending of Trees as a Standard Practice in Pine Seed Orchard Management in South Africa." 2ns World Conos. For. Tree Breed., Washington, D. C."
- Wang, C.-W., Perry, T. O. y Johnson, A. G. 1960. Pollen dispersion of slash pine (*P. elliotii*) with special reference to seed orchard management. *Sil. Gen.* **9**(3):78-86.
- Webster, S. 1971. "Nutrition of Seed Orchard Pine in Virginia." Ph. D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
- Weir, R. J. 1975. "Cone and Seed Insects-Southern Pine Beetle: A Contrasting Impact on Forest Productivity." 13th South. For. Tree Impr. Conf., Raleigh, N. C., pp. 182-192.
- Zobel, B. J., Barber, J., Brown, C. L. y Perry, T. O. 1958. Seed orchards; their concept and management. *Jour. For.* **56**:815-825.
- Zobel, B. J. y McElwee, R. L. 1964. Seed orchard for the production of genetically improved seed. *Sil. Gen.* **13**(1-2):4-11.