

RECOLECCIÓN

I. Genética y origen de las semillas

A. Introducción

La calidad de las semillas implica tanto la calidad genética como la fisiológica de las semillas. En esta sección se presentan los principios y métodos generales para seleccionar el origen de las semillas y el mejoramiento de la calidad de las semillas a través de la selección genética. El mejoramiento genético de la calidad de la semilla se basa en la habilidad de la misma para producir árboles genéticamente adecuados para los sitios donde se sembrarán y para los productos deseados. En las siguientes secciones se considerará la calidad fisiológica de las semillas. Las buenas semillas son aquellas que tienen alta calidad fisiológica e idoneidad genética.

B. Objetivos

1. Reconocer la importancia del origen de las semillas (procedencia) y recomendar reglas generales para el traslado de semillas.
2. Revisar las ventajas y desventajas de las especies exóticas de árboles y de los híbridos interespecíficos para el mejoramiento de los árboles.
3. Definir los factores que deben considerarse al iniciar un programa de mejoramiento de árboles.
4. Identificar las condiciones necesarias para el mejoramiento genético de las semillas de los árboles (concepto de ganancia genética).
5. Distinguir entre una estrategia inicial mínima de mejoramiento genético y una estrategia máxima a largo plazo.
6. Identificar algunos términos y conceptos de la nueva biotecnología para el mejoramiento genético.

C. Puntos clave

Los siguientes puntos clave son esenciales para comprender el origen de las semillas y el mejoramiento genético:

1. Un programa exitoso de mejoramiento de árboles no debe probarse en otro país o región sin considerar los productos deseados o los sitios disponibles.
2. Es necesario el conocimiento del fenotipo y genotipo para comprender el mejoramiento genético de los árboles.
3. La ecuación de ganancia genética explica las ventajas de un método de mejoramiento sobre otro.
4. Las ganancias genéticas pueden obtenerse de la selección entre especies, procedencias dentro de las especies, y árboles dentro de procedencias.

5. El principal riesgo de utilizar exóticas o procedencias no locales es la siembra en sitios poco adecuados.
6. Las siembras de prueba son el único método seguro para determinar la calidad genética de las semillas.
7. Sin resultados de las siembras de prueba, la regla más segura es utilizar semillas de grupos de árboles seleccionados fenotípicamente o árboles de procedencia local para las especies nativas o autóctona para las especies exóticas.
8. El concepto de huerto semillero tiene dos partes—el programa de cultivo y el programa de producción.
9. Los programas de huertos semilleros implican pruebas de progenie y selección para la siguiente generación avanzada de mejoramiento genético.
10. Los programas de producción de los huertos semilleros se administran para maximizar la producción de semillas a través de tratamientos de protección y culturales.

D. Mejoramiento de los árboles

1. **El mejoramiento de los árboles** es el desarrollo y la aplicación de árboles genéticamente mejorados y de prácticas culturales intensivas para mejorar la productividad de los bosques a través de la regeneración artificial.
2. **Los programas de mejoramiento de los árboles** son planes de acción para producir los objetivos deseados. Deben considerarse los siguientes factores cuando se inicia un programa de mejoramiento de árboles:
 - a. Productos deseados.
 - b. Sitios a regenerar.
 - c. Adaptación a los sitios de plantación.
 - d. Conservación de los recursos genéticos forestales.

E. Estrategias para el mejoramiento genético

1. Ganancia genética

- a. El mejoramiento genético (ganancia genética) se logra al:
 - (1) Tener una población de árboles con diferencias genéticas.
 - (2) Seleccionar los árboles genéticamente deseados.
- b. La cantidad de ganancia genética (R) a capturarse a partir de la selección fenotípica de los árboles progenitores para un rasgo particular es:

$$R = i V_p h^2$$

donde i = la intensidad de la selección

h^2 = la heredabilidad del rasgo

V_p = la cantidad de variación fenotípica.

- c. La ganancia puede capturarse de la selección entre las especies (R_s), la selección entre las procedencias dentro de las especies (R_p), o la selección entre árboles individuales dentro de las procedencias (R_1). La ganancia total (R_T) es la suma:

$$R_T = R_s + R_p + R_1$$

2. Selección de especies

- a. Son necesarios estudios de especies y sitios.
 b. Las especies de árboles exóticos deben utilizarse con moderación.
 c. La hibridación interespecífica puede utilizarse para obtener rasgos valiosos.

3. Origen de la semilla

- a. La procedencia hace referencia al sitio donde los árboles madre estaban creciendo y se recolectaron las semillas. El origen de la semilla es igual a la procedencia. El origen es donde los progenitores estaban creciendo en bosques naturales y donde se desarrollaron sus características genéticas a través de la selección natural.

- b. El origen “local” debe utilizarse hasta que los resultados de las pruebas de procedencia estén disponibles.

- c. Los objetivos de las pruebas de procedencia incluyen:

- (1) Patrones de mapeo de la variación genética geográfica.
- (2) Delinear los límites de procedencia.
- (3) Determinar las mejores procedencias.

- d. Los resultados generales de las pruebas de procedencia son:

- (1) La amplia transferencia de semillas es más segura cerca del centro del rango de la especie que de la orilla.
- (2) El movimiento de material debe restringirse donde los gradientes ambientales son abruptos.
- (3) Las procedencias de climas rigurosos (fríos o secos) crecen más despacio.

4. Estrategias de mejoramiento

- a. Las estrategias iniciales para un programa nuevo son:

- (1) Recopilar la información disponible.
- (2) Seleccionar entre las especies de árboles indígenas.
- (3) Seleccionar las áreas de producción de semillas dentro del origen “local” de las semillas cercano al sitio de plantación.
- (4) Eliminar los árboles fenotípicamente inferiores de las áreas de producción de

semillas.

- b. Las estrategias a largo plazo para ganancias máximas y continuas son:
- (1) Recopilar toda la información existente.
 - (2) Seleccionar varias especies para el programa.
 - (3) Realizar pruebas de procedencia.
 - (4) Seleccionar los “mejores” árboles fenotípicamente.
 - (5) Establecer un huerto semillero de primera generación.
 - (6) Realizar pruebas de la progenie.
 - (7) Eliminar los árboles genéticamente deficientes.
 - (8) Seleccionar los mejores individuos para un huerto semillero de segunda generación.
 - (9) Hacer pruebas de la progenie de las selecciones de segunda generación.

- c. Las nuevas estrategias para el mejoramiento genético son:

- (1) Transferencia génica.
- (2) Selección de células en un cultivo de células en suspensión.
- (3) Fusión de protoplastos (sin pared celular).
- (4) Variación somaclonal.

F. El programa de producción de semillas

El programa de producción puede combinarse con el programa de cultivo o mantenerse separado. El objetivo de un programa de producción de semillas es producir cantidades suficientes de semillas de alta calidad genética para cumplir con las necesidades de semillas.

1. Áreas de producción de semillas (APS)

- a. Los grupos existentes pueden manejarse para producir semillas.
 b. Las APS se utilizan de manera provisional.
 c. Las APS pueden utilizar procedencias superiores.
 d. Las APS pueden proporcionar semillas para especies secundarias.
 e. La calidad genética de las semillas se mejora al:
- (1) Eliminar los árboles no deseados.
 - (2) Establecer una zona de dilución de polen.
- f. La producción de semilla se aumenta al:
- (1) Hacer menos denso el grupo.
 - (2) Fertilizar.
 - (3) Establecer caminos de acceso.

2. Huerto semillero—Un huerto semillero es una colección de árboles seleccionados ya establecidos y que crecieron juntos bajo un intenso manejo para la producción de semillas genéticamente mejoradas.

- a. Existen dos tipos de huertos:

- (1) Huertos semilleros de plántulas.
- (2) Huertos semilleros clonales.
- b. La calidad genética de las semillas aumenta al:
 - (1) Reducir la endogamia.
 - (2) Establecer una zona de dilución de polen.
 - (3) Separar procedencias en diferentes huertos.
- c. La producción de los huertos puede aumentarse al:
 - (1) Elegir buen suelo y buenas condiciones climáticas.
 - (2) Espaciar lo suficiente para las copas de los árboles.
 - (3) Fertilizar.
 - (4) Irrigar.
 - (5) Arar.
 - (6) Proteger contra insectos.
 - (7) Proteger las flores de las heladas tardías de primavera (irrigación con agua fría).
 - (8) Garantizar una polinización masiva complementaria.

G. Fuentes

Para mayor información, ver Burley y Styles 1976, Khosla 1982, Nienstadt y Snyder 1974, Rudolf y otros 1974, Wright 1976, Zobel y Talbert 1984, Zobel y otros 1987.

II. Producción

A. Introducción

La mayor parte de los programas de plantación de árboles se inician al recolectar semillas de fuentes dentro del país, de grupos naturales como de plantíos. Para planificar estas recolectas de manera eficaz, los administradores deben comprender los factores que afectan a los cultivos de semillas de árboles y conocer en general qué rendimiento debe esperarse de las semillas. Con esta información básica pueden surgir oportunidades para estimular la producción de semillas en áreas clave, como los huertos semilleros o grupos de semillas con manejo.

B. Objetivos

1. Reconocer el problema de la periodicidad de la producción de semillas en los árboles.
2. Aprender cómo afectan los factores ambientales a la producción de semillas.
3. Aprender cómo estimular la producción de semillas en los árboles.

C. Puntos clave

Los siguientes puntos son esenciales para comprender la producción de semilla:

1. Muchas especies de árboles dan buenas cosechas en ciclos.
2. La producción tiene menor frecuencia a altas

latitudes y altas altitudes y entre poblaciones con muchos depredadores.

3. Los factores ambientales influyen en la producción de flores, la polinización y la madurez de la semilla.
 4. Existen varias opciones disponibles para estimular la producción de semillas.
 5. Salvo para huertos semilleros de algunas especies, los datos de producción son sumamente variables.
- ### D. Periodicidad de la cosecha de semillas
1. **Especies templadas**
 - a. Muchas coníferas dan en ciclos.
 - b. Muchas angiospermas producen buenas cosechas de semilla cada año.
 - c. Conforme aumenta la latitud o altitud, el intervalo entre cosechas buenas y la frecuencia de cosechas fracasadas aumenta.
 2. **Especies tropicales**
 - a. La periodicidad puede depender de los ciclos húmedos/secos.
 - b. Algunas especies (p. ej., *Tectona grandis*) por lo general florecen cada año. Otras especies (p. ej., *Pinus kesiya*, *Cassia siamea*, *Cupressus lusitánica*, y *Delonix regia*) producen buenas cosechas casi todos los años.
 - c. Las dipterocarpaceas en Malasia dan cuantiosas cosechas irregulares de semilla a intervalos de 1 y 6 años.
 - d. Algunas especies de *eucalipto* dan cuantiosas cosechas con más regularidad cuando crecen en plantíos.
 3. **Genética**—La fecundidad es un rasgo hereditario.
 4. **Documentación**—Existen pocos estudios y datos detallados.
- ### E. Efectos del ambiente durante la floración
1. **Temperatura**
 - a. Durante los veranos calurosos, los árboles normalmente producen cuantiosas formaciones de brotes florales.
 - b. Las heladas tardías pueden destruir a las flores.
 - c. La combinación de veranos calurosos y heladas tardías sugiere que los huertos deben trasladarse a climas más cálidos (también para escapar de los insectos).
 2. **La luz** no se ha estudiado exhaustivamente. En la Zona Templada Norte, los lados sur y oeste de las copas tienen la mayor floración y cosecha de frutos.
 3. **El fotoperíodo** no parece tener un efecto directo en los árboles.
 4. **La humedad** afecta a la floración a través de:
 - a. La sequía.
 - b. Lluvia excesiva durante la polinización.

5. **Los nutrientes minerales**—El equilibrio de nitrógeno y fósforo pueden afectar a la floración.
6. **Los agentes bióticos**—Los insectos, las aves, los mamíferos y los microorganismos pueden destruir las flores. Estos agentes son muy comunes en las siguientes especies de árboles tropicales:
 - a. *Triplochiton scleroxylon*; atacada por *Apion ghanaense* (gorgojo).
 - b. *Tectona grandis*; atacada por *Pagyda salvaris larvae*.
 - c. *Pinus merkusii*; atacada por *Dioryctria* spp. (barrenadores).

F. Agentes polinizadores

1. **La polinización por viento** sucede entre todas las coníferas y en la mayoría de las maderas nobles de la Zona Templada.
 - a. La polinización por viento requiere:
 - (1) Mucho polen.
 - (2) Muda de polen que coincida con la receptividad.
 - (3) Un espaciado de las plantas relativamente cerca.
 - (4) Buen clima—poca precipitación, baja humedad y buenos vientos.
 - b. La polinización masiva complementaria (PMC) se utiliza en los huertos de pino del sur de los Estados Unidos.
 - c. La contaminación de los huertos es una preocupación.
2. **La polinización por animales**
 - a. Los insectos y los murciélagos polinizan las maderas nobles templadas y tropicales.
 - b. La polinización por animales por lo general es común en bosques tropicales con:
 - (1) Una alta diversidad de especies y un amplio espacio.
 - (2) Abundante follaje para filtrar el polen.
 - (3) Alta humedad y precipitación frecuente.
 - (4) Ausencia de fuertes estímulos de floración.
 - (5) Abundantes vectores animales.

G. Estimulación de la floración

La floración puede estimularse con varias prácticas de manejo.

1. Fertilización:

- a. Utilizar nitrógeno y fósforo principalmente, en ocasiones potasio.
- b. La irrigación al mismo tiempo puede ser útil.
- c. Las maderas nobles pueden reaccionar favorablemente; p. ej., *Haver*, *Fagus* y *Juglans*, pero los resultados han sido inconsistentes.

2. El anillado y otras heridas pueden producir “cosechas de estrés”.

- a. Los cinturones inhiben el desplazamiento hacia abajo de los carbohidratos.

- b. Algunas maderas nobles también reaccionan de manera favorable.

3. Raleo—Los beneficios del raleo son aparentes de 3 a 4 años después del tratamiento.

4. El tratamiento de regulación del crecimiento—

La aplicación de las giberelinas (GA) a las coníferas es lo más común.

- a. Lo mejor es la aplicación con atomizador de agua.
- b. La mezcla más eficaz es GA 4/7.
- c. Se inducen tanto el polen como los conos de semillas.
- d. La aplicación con atomizador se realiza al momento de la determinación de brotes.
- e. Se desconoce el modo de acción.
- f. Los tratamientos son más exitosos cuando se aplican con el anillado, la poda de raíces o el estrés por humedad.

5. La polinización masiva complementaria

(PMC)—Esta técnica se utiliza en los huertos de pino al sur de los Estados Unidos.

H. Problemas después de la fertilización

Los problemas después de la fertilización incluyen el daño a los conos por insectos, la sequía, la caída de conos y los vientos fuertes.

I. Fuentes

Para mayor información, ver Franklin 1982; Owens y Blake 1985; Rudolf y otros 1974; Whitehead 1983; Willan 1985; cap. 3; Zobel y Talbert 1984.

III. Operaciones de recolección

A. Introducción

La recolección exitosa de semillas de árbol por lo general es el resultado de una planeación temprana a detalle. Debe permitirse suficiente tiempo para planear una estrategia de recolección eficiente y práctica y para reunir los recursos necesarios para su implementación. Los elementos clave incluyen un buen cálculo del tamaño de la cosecha, el equipo adecuado y un equipo bien capacitado. Las amplias recolecciones para investigación seguramente requerirán una planeación más detallada que una recolección al por mayor de rutina y una ventaja de 1 a varios años según las circunstancias.

B. Objetivos

1. Identificar técnicas sencillas para estimar la cosecha de semillas.
2. Determinar los factores que deben considerarse al planear las recolecciones.
3. Comprender la importancia de la documentación.

C. Puntos clave

Los siguientes puntos son fundamentales para

planificar las operaciones de recolección:

1. Deben seleccionarse las mejores fuentes de semilla disponibles.
2. La buena planificación requiere estimaciones anticipadas de la cosecha de semilla y, más adelante, estimaciones del rendimiento de semilla por fruto.
3. La planificación de grandes recolecciones deben incluir la elección de personal, capacitación, traslado, equipo de recolección, seguridad de los trabajadores, etiquetado de los lotes de semillas, descripción de los sitios y grupos de árboles, etc.

D. Origen de la semilla

El origen de la semilla incluye las siguientes consideraciones:

1. **Origen**—El sitio del grupo natural del árbol madre original.
2. **Procedencia**—El lugar donde crecen los árboles madre que produjeron las semillas (mismo que el origen de la semilla).
3. **Autóctonos**—Exóticos que se adaptan con el tiempo a brindar fuentes mejoradas.
4. Deben desarrollarse **mapas de zonas de semilla** para todas las especies de importancia.

E. Estimación de cosecha de semilla

Las estimaciones de cosecha de semilla siempre resultan valiosas para el recolector, en especial en años cuando las semillas escasean. Las buenas estimaciones de cosecha ayudan a ampliar al equipo y material disponible. Las cosechas de semillas pueden estimarse a partir de los siguientes cinco métodos:

1. **Conteos de flores.**
2. **Conteos de fruto inmaduro y semilla.**
3. **Conteos de frutos en árboles en pie**—Este método incluye los conteos totales y el muestreo de la copa.
4. **Sistemas de clasificación.**
5. **Conteos de semillas por sección** (Tabla 3.).

F. Consideraciones de la planificación

Los pasos para planificar una recolección son:

1. **Definir los objetivos.**
2. **Reunir los datos de antecedentes:**
 - a. Buscar literatura.
 - b. Comunicarse de manera oficial y con anticipación con los servicios forestales adecuados.
 - c. Ordenar y resumir toda la información.
 - d. Realizar reconocimiento de campo.
 - e. Determinar el número de personal necesario.
3. **Recopilar datos de campo:** Información para reubicar el sitio en años futuros:
 - a. Localidad, incluyendo latitud y altitud.

- b. Orientación, pendiente, clima, suelos y especies asociadas.
- c. Descripciones de árboles individuales.
- d. Muestras de herbario.
- e. Demás datos y notas.
- f. Seguridad y etiquetado.

4. Planear el itinerario:

- a. Llegue a la región de recolección con bastante antelación de la fecha propuesta.
- b. Organice la secuencia de operaciones.
- c. Haga un horario flexible.

5. Organice el permiso del equipo y el traslado:

- a. Especifique el tipo de equipo a utilizar.
- b. Identifique las reglamentaciones gubernamentales aplicables.
- c. Sea cuidadoso entre la recopilación de semillas y su llegada a los laboratorios de semilla.

G. Equipo de recolección—Una lista completa Los siguientes artículos son necesarios para la mayoría de las operaciones de recolección:

1. Artículos administrativos

- a. Aprobaciones de movimientos.
- b. Autoridades de recolección.
- c. Permisos para radiotransmisión.
- d. Licencias de conducir.
- e. Permisos para armas de fuego.
- f. Servicios de compra; p. ej., gasolina y aceite.

2. Literatura

- a. Mapas de caminos, topográficos y de suelos para cubrir el itinerario de la ruta de recolección.
- b. Literatura sobre el género y especie a recolectar.

3. Equipo de recolección

- a. Cuadernos, formularios de registro, bolígrafos y lápices.
- b. Binoculares.
- c. Marcadores; p. ej., listón de plástico de color.
- d. Cámara y accesorios.
- e. Instrumentos de medición de árboles; p. ej., cinta diamétrica, instrumento para medir la altura y cinta métrica.
- f. Muestreador de suelos, kit de pH y tablas de suelos.
- g. Brújula.
- h. Altímetro.
- i. Lupa.
- j. Hojas de recolección tamaño grande; p. ej., 4 x 4 m, plástico grueso o lona.
- k. Hojas de recolección tamaño chico.
- l. Bolsas para semillas de varios tamaños.
- m. Bolsas de grano grueso para despachar semillas.
- n. Equipo para cortar.
- o. Equipo de seguridad.
- p. Etiquetas impermeables.

Tabla 3. — Rendimiento de semilla sana por cono de cuatro especies de *Pinus* estimado a partir del número de semillas expuestas al diseccionar los conos longitudinalmente (Derr y Mann 1971).

Semillas sanas expuestas	<i>P. palustris</i> (Luisiana)	<i>P. taeda</i> (Luisiana)	<i>P. ellioti</i> (Luisiana)	<i>P. ellioti</i> (Georgia – Florida)	<i>P. echinata</i> (Virginia)
	----- Semillas sanas por cono -----				
2	23	31	20	31	12
4	35	44	35	50	22
6	47	57	50	69	31
8	59	70	65	87	41
10	71	83	80	106	51
12	83	96	95	124	60
14	95	109	110	143	70

- q. Etiquetas para muestras botánicas.
- r. Prensas para plantas.
- s. Papel para secar las muestras.
- t. Bolsas plásticas.
- u. Botellas para muestras con líquido conservante.
- v. Recipientes para muestras de suelo.
- w. Cordón.

H. Fuentes

Para mayor información ver Barner y Olesen 1984; Bramlett y otros 1977; Doran y otros 1983; Ministerio de Recursos Naturales de Ontario 1983; Willan 1985, cap. 3, 4, 5 + apéndices 1, 5, 6.

IV. Madurez

A. Introducción

Elegir buenos grupos de árboles para la recolección de semilla no importa si los trabajadores no calificados no pueden identificar fácilmente el fruto o la madurez de la semilla en los árboles. Si las semillas se diseminan inmediatamente al madurar, los trabajadores deben saber cuántas semillas pueden recolectarse con antelación a la madurez sin recolectar semillas que no germinarán. Si los depredadores causan grandes pérdidas en las cosechas de semillas maduras, se tiene un problema semejante. Los índices de buena madurez a menudo son la clave para una recolección exitosa.

B. Objetivos

1. Aprender los índices comunes de madurez empleados en las recolecciones de semillas de árboles.
2. Comprender cómo dichas técnicas pueden adaptarse a nuevas especies.

C. Puntos clave

Los siguientes puntos son fundamentales para reconocer la madurez de la semilla:

1. El contenido de humedad de la semilla es muy

importante, pero la medición directa en campo es poco práctica; pueden sustituirse las estimaciones indirectas.

2. Los cambios de color son los índices más comunes.
3. Los índices químicos son posibles pero poco prácticos.
4. La madurez artificial de las semillas inmaduras es una opción para algunas especies.

D. Recolección exitosa

Los siguientes puntos son esenciales para una recolección exitosa:

1. **Ideal biológico**—Para recolectarse en el pico de la madurez fisiológica.
2. **Recolección práctica**—En la mayoría de las operaciones de recolección, uno puede:
 - a. Recolectar semillas del suelo.
 - b. Recolectar frutos o semillas de las operaciones de tala.
 - c. Recolectar frutos maduros de árboles en pie.
 - d. Recolectar frutos de árboles en pie con antelación a la madurez de las semillas de manera artificial.

E. Recolección y diseminación

Algunas semillas pueden recolectarse después de la diseminación. Estas semillas son más que nada frutos grandes con un solo lado; p. ej., especies de *Quercus* y *Carya*. Sin embargo, las primeras semillas que caen por lo general están malas. Los trabajadores deben recolectar las semillas rápidamente antes de que los animales se las coman.

F. Otras estrategias de recolección

Otras estrategias de recolección requieren la determinación de la madurez.

G. Índices de madurez

Los índices de madurez incluyen características físicas y químicas.

1. Las **características físicas** incluyen:

- a. Cambio de color
- b. Contenido de humedad
 - (1) Existen tres tendencias durante la maduración:
 - (a) En semillas y frutos ortodoxos secos, la humedad disminuye lentamente conforme las semillas maduran.
 - (b) En frutos carnosos ortodoxos, la humedad disminuye inicialmente y luego aumenta.
 - (c) En semillas recalcitrantes, la humedad aumenta antes, luego disminuye ligeramente.
 - (2) El contenido de humedad está relacionado con la síntesis de proteínas.
 - (3) El contenido de humedad puede medirse directamente con métodos de horno; esto es, cortar conos, frutos de gran tamaño o semillas; pesar; secar durante 17 horas a 103 °C; y volver a pesar.
 - (4) La gravedad específica por lo general se discute por separado, pero en realidad es sólo una estimación del contenido de humedad (Tabla 4; Fig. 7 y 8). La gravedad específica se ha medido en:
 - (a) Coníferas (comúnmente para *Pinus*).
 - (b) Otras angiospermas (poco éxito).
- c. Otros índices físicos incluyen:
 - (1) Desprendimiento de la cúpula de la bellota en *Quercus*.
 - (2) Doblez de conos de *P. strobus*.
 - (3) Embrión blanco y quebradizo en *Fraxinus* y otros géneros.
 - (4) Tamaño del embrión (porcentaje mínimo de la cavidad del embrión).

Tabla 4. — Valores de gravedad específica de conos que indica la madurez de la semilla en algunas coníferas.

Especies	Gravedad específica	Referencia
<i>Abies grandis</i>	0.90	Pfister 1967
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	0.95	Jian y Peipei 1988
<i>Pinus elliottii</i>	0.95	Barnett 1976
<i>P. merkusii</i>	1.00	Daryono y otros 1979
<i>P. palustris</i>	0.90	Barnett 1976
<i>P. strobus</i>	0.90	Bonner 1986 ^a
<i>P. taeda</i>	0.90	Barnett 1976
<i>P. virginiana</i>	1.00	Fenton y Sucoff 1965

2. Características químicas

Los índices químicos son sólidos biológicamente pero poco prácticos. Estos incluyen:

- a. La acumulación de alimentos almacenados (grasas y azúcares).

- b. Análisis elementales de calcio, magnesio y fósforo para las angiospermas del sur de los Estados Unidos.
- c. Sustancias de crecimiento.
 - (1) Ácido indolacético (AIA).
 - (2) Giberelinas.

H. Madurez artificial

Las semillas inmaduras pueden madurarse artificialmente al elegir a las inmaduras, y madurarlas bajo condiciones especiales de almacenamiento. Sin embargo, por lo general sufren el rendimiento y la calidad de las semillas. La madurez artificial incluye las siguientes consideraciones:

1. Frutos de una semilla o de múltiples semillas.
2. Evitar la latencia a través de una recolección temprana.
3. Útil en la recolección de sitios remotos o costosos.

I. Recolecciones retrasadas

Para los árboles serófitos (*Pinus* y *Picea*) o especies con una abscisión retrasada del fruto (*Platanus* spp.), no hay prisa en recolectar el fruto.

J. Fuentes

Para mayor información ver Bonner 1972a, 1976; Nautiyal y Purohit 1985; Rediske 1961; Willan 1985, p. 33-38.

V. Cuidado posterior a la recolección

A. Introducción

El tiempo entre la recolección y la extracción a menudo se pasa por alto como segmento crítico de la adquisición de la semilla. Los frutos y semillas, frecuentemente con gran contenido de humedad, deben almacenarse o transportarse para extracción y limpieza. Debe tenerse especial cuidado durante este período para evitar la pérdida de la calidad de la semilla, en especial en las áreas tropicales y subtropicales donde los sistemas de transporte no permiten una entrega inmediata a los centros de extracción.

B. Objetivos

1. Reconocer los tiempos cruciales en los que la calidad de la semilla puede perderse.
2. Planificar los sistemas de almacenamiento y transporte para minimizar el peligro a la calidad de la semilla.

C. Puntos clave

Los siguientes puntos son esenciales en el cuidado posterior a la recolección:

1. Los altos contenidos de humedad y las altas temperaturas son peligrosos para las especies ortodoxas.

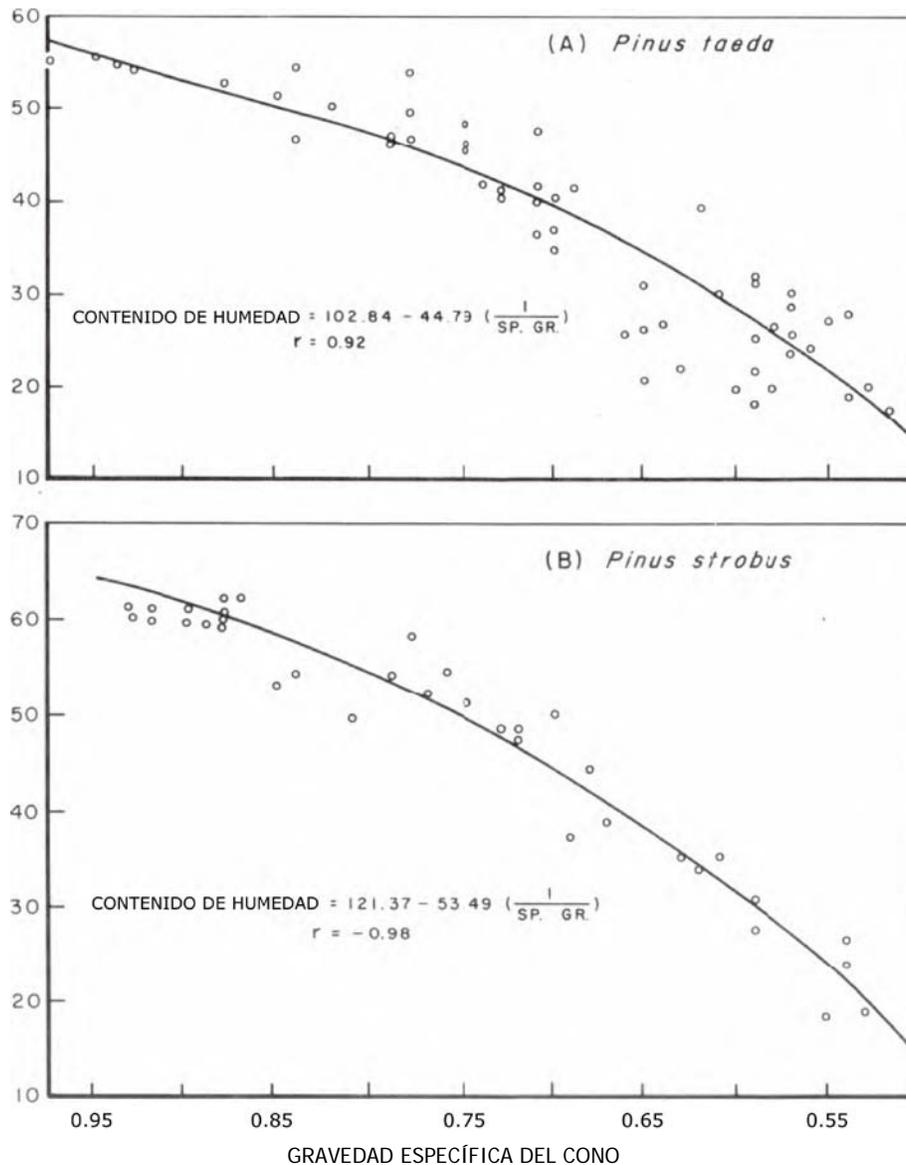


Figura 7. — Relación entre contenido de humedad y gravedad específica de *Pinus taeda* y *P. strobus* (Bonner 1991b).

2. Deben mantenerse los altos niveles de humedad en las semillas recalitrantes, pero el calor excesivo es problema para estas semillas.
 3. El almacenamiento del fruto puede ser ventajoso para algunas especies debido a los procesos de sobremaduración en las semillas.
- D. Almacenamiento antes de la extracción
1. **Horarios de operación**—El tiempo no permite que las semillas de todos los árboles o las familias se recolecten al pico de la madurez; por ello, algunas deben recolectarse y almacenarse.
 2. **Presecado**—El secado durante el almacenamiento puede eliminar suficiente humedad para bajar los costos de secado.
 3. **Conclusión de la maduración**
 - a. 5 ó 6 meses bajo condiciones frescas, húmedas, concluyen la maduración de *Abies*.
 - b. Son posibles beneficios similares para semillas de alta calidad de algunos pinos del sur de los Estados Unidos.
- c. La recolección prematura es apropiada para algunas maderas nobles de semillas múltiples; p. ej., *Liquidambar*, *Liriodendron* y *Platanus*.
- E. Pinos del sur
1. El **almacenamiento** generalmente está relacionado con los horarios de operación.
 2. El **almacenamiento al exterior** es mejor que el almacenamiento al interior.
 3. **Contenedores**
 - a. Todos los contenedores deben permitir la circulación del aire entre los conos.
 - b. Los sacos de arpillera (casi un tercio de hectolitro, tejido suelto) o los cajones de madera son mejor.
 - c. No deben utilizarse bolsas o sacos de plástico.
 - d. Para lotes pequeños los sacos de papel son

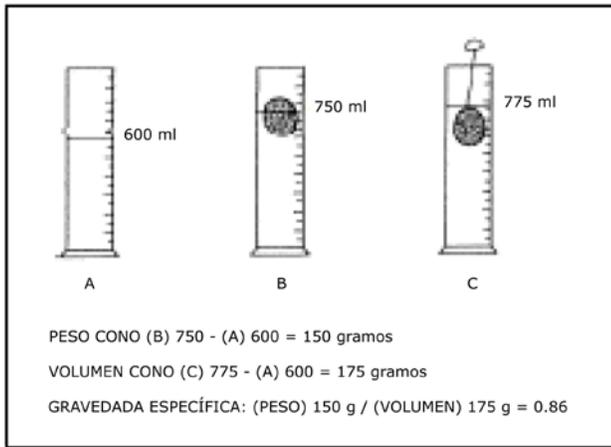


Figura 8. — Técnica sencilla para determinar la gravedad específica en el campo de conos de pinos utilizando un cilindro graduado. (A) Llène el cilindro con agua hasta la marca de 600 ml. (B) Flote el cono en el agua y registre el nivel de la misma. (C) Utilizando una aguja, sumerja el cono lo suficiente para cubrirlo con agua, pero nada más. Registre el nuevo nivel del agua (adaptada de Barnett 1979).

satisfactorios.

4. Tiempo

- El almacenamiento puede mejorar el índice de germinación.
- La duración máxima de almacenamiento depende de la especie.

5. Otros factores

- La madurez original de los conos es importante; los conos más maduros no pueden almacenarse tanto tiempo como los conos menos maduros.
 - El estado del tiempo de la localidad es importante; las condiciones cálidas y lluviosas aumentan el riesgo de moho en los conos.
6. La **inmadurez/latencia** puede cambiar durante el almacenamiento de los conos.

7. Calor y moho

- Los conos verdes pueden generar calor.
- El moho externo es común en algunos contenedores, pero puede que no ocasionen daño.
- La buena aireación es imprescindible; previene el crecimiento de moho en los conos durante el secado.

F. Conos serótinos

- El almacenamiento no es problema serio para *Pinus glauca*, *P. contorta* o *P. patula*.
- Algunas semillas de pino necesitan permanecer en los conos para llegar a madurar.

G. Otras coníferas

- Los abetos verdaderos (*Abies*) deben concluir la maduración en los conos.
- Las semillas de la mayoría de las especies de *Picea* deben extraerse tan pronto como sea posible después de la recolección.
- Los conos de *Pseudotsuga* pueden almacenarse 3 o 4 meses bajo condiciones secas y bien ventiladas.
- Las recomendaciones para los pinos tropicales son:
 - Cubrir con buena ventilación, con temperaturas entre los 20 y 35 °C.
 - Proteger contra roedores y hongos.
 - En Honduras, el *Pinus caribea* se precura hasta que el cono cambia de verde a café.
 - En Nueva Zelanda, los conos inmaduros de *P. radiata* se almacenan por 10 semanas a 20 -24 °C.
 - En Indonesia, los conos verdes y verde/café de *P. merkusii* se almacenan de 2 a 4 semanas.

H. Maderas nobles

- Los frutos inmaduros de algunas especies responderán a la maduración artificial, pero el rendimiento de las semillas y la calidad se verán afectadas.
- Las semillas de algunas especies deben almacenarse por períodos tan cortos como sea posible. Las especies ortodoxas incluyen:
 - Eucalyptus*—Almacenar en sacos de tela con tejido cerrado.
 - Leguminosas—El almacenamiento se maneja fácilmente.
 - Drupas—El almacenamiento corto ayudará a concluir la maduración.

I. Resumen

La mayoría de las especies encaja en uno de tres grupos:

- Cosechar en seco, mantener seco**—Empiece el secado inmediatamente, y mantenga seco después de la extracción (p. ej., *Pinus*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Acacia* y *Eucalyptus*).
 - Utilice una velocidad lenta de secado.
 - Proporcione una buena aireación.
 - Utilice contenedores adecuados, incluyendo:
 - Sacos de arpillera.
 - Rejillas.
 - Cajones de madera.
 - Hojas de lona o plástico.
- Cosechar húmedo, luego secar**—Mantenga la humedad al recolectar y durante la extracción, pero seque las semillas para el almacenamiento (p. ej., *Nyssa* y *Prunus*).
 - Disperse para evitar el calor.
 - Utilice charolas o bolsas.
 - Evite la dureza de la capa exterior.

- d. Extracción, lavado y secado para almacenar.
- 3. **Siempre húmedo**—Este método se utiliza para semillas recalcitrantes debido a que el secado disminuye la calidad (p. ej., *Quercus*, *Aesculus*, *Shorea* y *Hopea*).
 - a. Nunca seco.
 - b. Mantener la humedad al 30 por ciento.
 - c. Refrigerar a una temperatura segura:
 - (1) 1 a 3 °C para especies templadas.
 - (2) 15 a 20 °C para especies tropicales.
 - d. Utilizar contenedores recubiertos de polietileno o bolsas.

J. Fuentes

Para información adicional ver Bonner 1987a; Willan 1985, p. 78-86.