

Cedrela odorata L.

Cedro, spanish-cedar

Meliaceae

Familia de la caoba

Barbara B. Cintrón

Cedrela odorata L., conocido como cedro o cedro hembra en español, es la especie del género *Cedrela* de mayor importancia comercial y de mayor extensión. La aromática madera, conocida como "spanish-cedar" en las esferas comerciales en inglés, posee una alta demanda en los trópicos americanos debido a que es naturalmente resistente a las termitas y a la pudrición. El cedro tiene una gran extensión, pero no es nunca muy común a través de los bosques tropicales americanos; su número se ve constantemente reducido debido a la explotación sin una regeneración exitosa. Es necesario el conocer sus estrictos requisitos en cuanto a las características del sitio e investigar el daño causado por los insectos con el objeto de establecer plantaciones productivas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El cedro es un árbol del Neotrópico, encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas (24), desde la latitud 26° N. en la costa pacífica de México, a través de la América Central y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y el pie de los cerros de la mayoría de la América del Sur hasta una elevación de 1,200 m, con su límite sureño alrededor de la latitud 28° S. en Argentina (12, 55). El cedro se puede encontrar siempre de manera natural en los suelos bien drenados, a menudo pero no de manera exclusiva en piedra caliza y tolera una larga temporada seca pero no prospera en las áreas con una precipitación de más de 3000 mm o en los sitios con suelos densos o anegados (5, 34, 40, 66). Los árboles individuales se encuentran por lo general esparcidos en los bosques mixtos semi-siempreverdes o semi-caducifolios dominados por otras especies (11, 23, 25, 28) (fig. 1).

Clima

El cedro es una especie generalista en cuanto al clima, encontrándose sobre una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas, desde el bosque subtropical seco (en la parte transicional húmeda) en México y en parte de las Indias Occidentales, a través del bosque subtropical húmedo hasta el bosque subtropical muy húmedo en las Indias Occidentales y la América Central, hasta las zonas de vida tropical húmeda y muy húmeda y tropical premontana húmeda y muy húmeda en la región ecuatorial (24). Es más abundante en las tierras bajas y el pie de los cerros (viéndose reemplazada por especies tales como *C. montana* y *C. lilloi* a mayores elevaciones) en los bosques húmedos. Su distribución se encuentra en su mayor parte dentro de los trópicos libres de heladas, aunque se le ha encontrado en las latitudes 26° N. y 28° S., en donde se pueden esperar unas heladas ligeras

ocasionales (26, 55). Unas temperaturas promedio de 23 a 26 °C se pueden encontrar en la parte caribeña de su distribución; en la región tropical de la América del Sur, la temperatura promedio es un tanto mayor: de 28 °C, con una temperatura mínima promedio de 23 °C y una temperatura máxima promedio de 32 °C. En el extremo sur de su distribución en Argentina, la temperatura promedio es de 24 °C, la temperatura máxima promedio es de 30 °C y la mínima promedio de 18 °C (16, 34, 60).

El cedro se desarrolla de mejor manera en los climas estacionalmente secos, como lo refleja su hábito caducifolio y la formación de anillos de crecimiento (presumiblemente anuales). Alcanza su mayor prominencia bajo una precipitación anual de 1200 a 2400 mm, con una estación seca de 2 a 5 meses de duración. Tanto el crecimiento del árbol como su reproducción se ven sincronizados con el comienzo de las lluvias (40, 53). El cedro sobrevive en las



Figura 1.—Un árbol de cedro, *Cedrela odorata*, en un bosque mixto.

áreas con una menor precipitación (hasta de aproximadamente 1000 mm anuales), pero crece con lentitud y muestra una forma achaparrada (41, 59). Crece también de manera esporádica en las áreas que reciben hasta 3500 mm de precipitación, pero solamente en los sitios muy bien drenados (23, 52). En la América Central y del Sur, en las áreas con una precipitación anual de menos de 2000 mm y en los suelos derivados de piedra caliza, el cedro se puede convertir en la especie localmente dominante (34, 57).

Suelos y Topografía

El cedro puede ser muy demandante en cuanto a sus requisitos de suelo, pero hasta ahora estos requisitos no se entienden con exactitud. En las Indias Occidentales se le puede encontrar de manera más común en las arcillas derivadas de piedra caliza (23, 36, 47), pero crece también en los sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas (Ultisoles). El denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo (24, 52, 62) y no su pH (40, 64, 65). En Trinidad, el único factor común a todos los sitios mostrando un buen crecimiento fue el buen drenaje de la superficie (10, 40). De igual manera, en México y la América Central, el cedro es común en los suelos y las ruinas bien drenados (48). La fertilidad del suelo puede ser también importante, ya que en algunas pruebas el cedro creció de mejor manera en los suelos enriquecidos con los restos quemados del bosque secundario (10, 58). No se han efectuado estudios definitivos sobre los requisitos de nutrientes más allá de la etapa de plántula (5, 62). Los síntomas de estrés ocasionado por los suelos pobres son: una apariencia quemada de las raíces, el desarrollo de una forma de "sauce llorón" en los brinzales (las hojas se vuelven delgadas y pendientes) o la pérdida de hojas a intervalos irregulares durante la temporada lluviosa.

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el cedro se encuentra en las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda, pero es más común en la zona de vida subtropical húmeda en los suelos derivados de piedra caliza (16, 36). Otras especies comúnmente encontradas en la capa arbórea de esta asociación en Puerto Rico son: el tortugo amarillo (*Sideroxylon foetidissimum*), la sanguinaria (*Sideroxylon salicifolia*), la moca (*Andira inermis*), el aquilón (*Terebraria resinosa*), el ucar (*Bucida buceras*), el cupey (*Clusia rosea*), el guano (*Ochroma pyramidale*), la maga (*Thespesia grandiflora*), la uvilla (*Coccoloba diversifolia*), el espino rubial (*Zanthoxylum martinicense*), el almácigo (*Bursera simaruba*) y el cedro macho (*Hyeronima clusioides*). Sin embargo, casi todas estas especies tienen una distribución local más extensa y una mayor abundancia que el cedro. En la parte continental de su distribución, el cedro se ve a menudo asociado con la caoba (*Swietenia* spp.) en los bosques húmedos y muy húmedos, pero la caoba se encuentra usualmente presente en mucha más abundancia (52). Si se compara el cedro con las caobas, con las que se encuentra estrechamente relacionado, el cedro es mucho más demandante en cuanto a los requisitos del sitio, especialmente en cuanto al drenaje. En las áreas de su distribución que se encuentran en el extremo superior del espectro de precipitación, el cedro invariablemente se encuentra en las cimas, el aspecto supe-

rior de las pendientes, las ruinas de viejos edificios y la orilla de los caminos y carreteras o en otras áreas con un suelo usualmente bien aireado (23).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El ciclo reproductivo del cedro está sincronizado con la temporada de crecimiento del sitio; a través de su distribución florece al comienzo de la temporada lluviosa: de mayo a agosto en México, las Indias Occidentales y el norte de la América del Sur (4, 30, 48) y de septiembre a octubre en Argentina (34). La florescencia comienza cuando las nuevas hojas comienzan a expandirse. Las inflorescencias, de gran tamaño y muy ramificadas, presentan numerosas flores pequeñas, de cinco partes, simétricas y de color blanco verdusco. Los árboles son monoicos; las flores masculinas y femeninas aparecen en la misma inflorescencia, pero la especie es proterógina (las flores femeninas se abren primero). El desarrollo de las frutas toma aproximadamente de 9 a 10 meses y las frutas maduran durante la siguiente temporada seca. Los árboles comienzan a producir fruta a una edad de 10 a 12 años. La fruta, que consiste de una cápsula leñosa de buen tamaño, aparece cerca de la punta de las ramas. Las frutas maduran, se rajan y liberan las semillas cuando aún en el árbol materno.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las frutas, cuando maduras, se abren desde arriba hacia abajo para liberar de 40 a 50 semillas aladas. El peso de las semillas es de alrededor del 8 al 10 por ciento del peso seco de la fruta. Un kilogramo contiene de 20,000 a 50,000 semillas. Las semillas tienen de 20 a 25 mm de largo incluyendo el ala y son dispersadas por el viento. Se producen unas cosechas de semillas abundantes de manera anual en algunas áreas y de manera bienal o irregular en otras áreas (41, 59). Las semillas se liberan durante la temporada seca. Pierden su viabilidad rápidamente si no se almacenan bajo condiciones muy secas y a una temperatura reducida (12, 37, 38). La germinación comienza con el inicio de la temporada lluviosa y es epigea. Lo normal es la germinación vigorosa y se reporta que la viabilidad de las semillas es de hasta el 90 por ciento (40). No se conoce de la existencia de una etapa inactiva en la semilla. La germinación es rápida y usualmente se completa en un período de 2 a 4 semanas (37, 38).

Desarrollo de las Plántulas.—El desarrollo inicial de las plántulas es rápido siempre que la humedad y la luz sean adecuadas (5, 46, 63). Las plántulas cultivadas a la sombra se saturan fotosintéticamente a unas intensidades bajas y son tolerante a la sombra, pero las plántulas cultivadas bajo sol requieren de una intensidad de luz alta para su mejor crecimiento (27, 28, 29). Las plántulas cultivadas a la sombra son susceptibles a quemarse con el sol y al subsecuente ataque por los insectos cuando se mueven a un lugar soleado (43). Las pruebas con abonos mostraron un mejor crecimiento con un abono de 7-6-19 (7% de nitrógeno, 6% de fósforo, 19% de potáseo) (6).

En el bosque natural, es común encontrar una alta densidad de plántulas cerca de los árboles productores de frutas poco después del comienzo de la temporada lluviosa, pero la mayoría de estas plántulas desaparece a la mitad de la temporada lluviosa o poco después; esta alta mortalidad

natural puede deberse a la sombra o la competencia, pero se cree que se debe en parte al mal del vivero ("damping off") o a otros problemas con las raíces (40). Las plántulas y los brinzales tienen unos sistemas radicales muy superficiales y son susceptibles a ser desarraigados o sufrir de un daño mecánico a las raíces (10). Las plántulas promedian 1 m en su crecimiento y desarrollan un diámetro de 10 mm o más durante el primer año bajo condiciones favorables (tabla 1). El crecimiento inicial es vigoroso bajo sombra parcial, cuando el ataque por *Hypsipyla grandella*, que taladra los vástagos, no es severo (8, 51, 63).

La regeneración natural del cedro a partir de semillas es buena en muchas partes de la América Central y del Sur, pero el buen crecimiento inicial es a menudo seguido de la muerte de terminales después de 2 ó 3 años. Este problema puede estar parcialmente relacionado a *Hypsipyla* y podría también reflejar la escasez de suelos apropiados, especialmente en algunas de las áreas sujetas a los estudios más intensos. La abundancia del nuevo crecimiento del cedro como rodales casi puros y aparentemente sin problemas de *Hypsipyla grandella* en ruinas antiguas y recientes de piedra caliza en áreas con una marcada estación seca (52) sugiere que el cedro podría ser calcífilo.

En algunas partes del neotrópico la remoción selectiva de los árboles productores de semillas ha dejado al bosque con una provisión insuficiente para la regeneración natural, incluso en los sitios más favorables. Se ha reportado un cierto grado de éxito con la regeneración natural usando el método taungya (un sistema que utiliza a los agricultores locales, los cuales plantan los árboles entremezclados con sus siembras alimenticias, para más tarde abandonar la siembra y devolverla al bosque, ahora enriquecido con la especie de plantación deseada); se usan también las siembras en hileras seguidas por la liberación natural (11, 42, 58). Se ha obtenido un establecimiento exitoso usando el método taungya en África, en donde existen unas áreas extensas de suelos bien drenados y el barrenador de los tallos local no ataca al cedro del Nuevo Mundo (34).

Reproducción Vegetativa.—El cedro no rebrota con facilidad al ser cortado y no produce vástagos radicales con facilidad; no es resistente a los incendios (5, 40). Es capaz de crecer nuevamente después del desmoche (un nuevo crecimiento terminal parcial después de un daño moderado por el viento o una muerte de terminales parcial) si el árbol

se encuentra bien establecido. Puede ser injertado y reproducido por acodos (34, 40, 56).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.— La información sobre el crecimiento para muchas plantaciones se puede encontrar en la tabla 2. Una vez superada la etapa vulnerable de brinzal temprano, el cedro es un árbol de crecimiento muy rápido, añadiendo 2.5 cm o más en diámetro y 2 m de altura al año bajo buenas condiciones. Las diferencias en las diferentes procedencias en cuanto al crecimiento en altura son más evidentes en África, en donde los ataques por los barrenadores de los vástagos no son un problema (44). Los brinzales de crecimiento rápido desarrollan fustes claros y rectos y unas copas estrechas y ralas. Los brinzales, con una alta demanda de luz, escapan el ataque por el barrenador después de 3 ó 4 años si son robustos y el crecimiento subsecuente es rápido en los sitios favorables (58). La corteza lisa y grisácea del brinzal desarrolla unas fisuras verticales de manera gradual a medida que el árbol madura y se vuelve un tanto parda. Los cedros de gran tamaño tienen un fuste recto y claro, a menudo de 15 a 20 m de largo hasta la primera rama y una base con contrafuertes estrechos. La altura máxima es de 30 a 40 m (34).

Los bosques naturales conteniendo cedros en México rindieron solamente 2,000 m³ por año en un área total de 460,000 hectáreas, resultando en un rendimiento anual de 0.004 m³ por hectárea. El rendimiento de la caoba para el mismo bosque fue ocho veces mayor. Esto sirve para ilustrar el bajo nivel de provisiones de cedro al presente en los bosques naturales, aunque la baja densidad se puede deber en parte a la explotación en el pasado y a la falta de una regeneración (52, 53). Como contraste, unas plantaciones de 40 años de edad en África rindieron 455 m³ por hectárea al final de la rotación y se calculó un rendimiento de 150 a 270 m³ por hectárea en una rotación de 35 años para cedros plantados en hileras en Surinam (34, 58). Web *et al.* (61) mencionó entre 11 y 22 m³ por hectárea por año para plantaciones de cedro bajo manejo a nivel mundial. Marshall (40) calculó el rendimiento del cedro por clases de acuerdo al diámetro en Trinidad; unas tablas de volumen han sido publicadas (9).

Comportamiento Radical.— Existe cierta confusión con respecto al comportamiento radical de los brinzales y los

Tabla 1.—Crecimiento inicial de plántulas de cedro, *Cedrela odorata*

País	Origen del material	Germinación	Crecimiento anual*		
			Altura	D.a.p.	Supervivencia
		Por ciento	cm	cm	Por ciento
Puerto Rico (63)					
Sol pleno	5 procedencias	10 a 62	26.2	8.4	98 a 100
St. Croix, VI (63)					
Sombra	5 procedencias	nd†	29.3	8.5	93 a 97
Venezuela (4)	Venezuela	85 a 90	120.0	nd	nd
Trinidad (39)	Trinidad	90	100.0	nd	"baja"
Nigeria (15, 44)	15 procedencias	nd	133.7	34.8	76
Uganda (30)	12 procedencias	"buena"	141.0	23.5	75 a 96
Tanzanía (48)	5 procedencias	nd	95.0	nd	75

* Toda la información sobre el crecimiento se convirtió a una base anual.

† No disponible.

árboles maduros de cedro. Mientras que todos los primeros investigadores reportaron un sistema radical muy superficial, la literatura reciente (34) sugiere que la especie puede desarrollar raíces profundas si el suelo es flojo y tosco o con fisuras. Esto es compatible con las observaciones previamente reportadas sobre el vigoroso crecimiento del cedro sobre los trabajos viejos de albañilería y en los suelos ligeros y bien aireados. Las plántulas, en todo caso, tienen unas raíces muy superficiales y pueden ser sensibles al daño mecánico causado por el desyerbado y por otras operaciones de preparación del suelo (10).

Reacción a la Competencia.—El cedro, aunque tolerante a las malas hierbas durante la etapa de plántula (62), se clasifica como intolerante a las malas hierbas y a la sombra durante la etapa de brinzal y después (34). Su copa rala y esparcida con un follaje verde claro sugiere una especie con una demanda de luz alta, al igual que su potencial para un crecimiento rápido y su aparición después de los incendios (34), en los cercos (40) y en las ruinas (48). La mejor descripción de la especie sería como una especie sucesional tardía y con una vida moderadamente larga. En Trinidad y en otras partes no es raro encontrar cedros con más de 100 anillos de crecimiento (1, 40).

Los intentos para cultivar *Cedrela* en sistemas de plantación en la América Latina fueron hasta hace poco un fracaso. Estos fracasos iniciales (10, 11, 17, 23, 39, 40, 51) se han atribuido a la mala selección de los sitios experimentales (demasiado húmedos, suelos no apropiados), a un mayor riesgo de ataque por los insectos en las poblaciones artificialmente densas (20) y a un concepto falso sobre sus requisitos de luz (58). Sin embargo, unos cuantos intentos

exitosos podrían señalar el camino a seguir para los experimentos productivos en el futuro. Bajo unas condiciones secas, el cedro se cultivó con éxito en unas plantaciones en Ecuador sin sombra alguna y sin ningún problema con *Hypsipyla* (59). Se han establecido unos plantíos en hileras con éxito en Surinam y se ha usado el método taungya en México (42, 58).

Agentes Dañinos.—El cedro puede tolerar hasta cierto grado el daño a la copa causado por los huracanes y rebrota a menudo. Las plántulas creciendo bajo sombra son sensibles a quemarse con el sol, después de lo cual se vuelven más vulnerables al ataque por los insectos. Los cedros de procedencias tropicales serán con toda probabilidad intolerantes a las heladas. Las procedencias que muestran una tolerancia a las heladas crecen con mayor lentitud que las procedencias tropicales (34, 44, 57).

Las plantaciones de cedro han sufrido un daño por los caracoles en Malasia y en África. Las babosas han ocasionado la muerte de parte de una provisión de vivero de una procedencia exótica en las Islas Vírgenes. El daño causado por los escarabajos es un problema en África, pero aparentemente no en el Nuevo Mundo (34, 44, 63).

La plaga de insectos más seria para el cedro es el barrenador de los vástagos de la caoba, *Hypsipyla grandella* (24). La larva de esta falena se alimenta del meollo justo detrás del meristemo de los vástagos con un rápido crecimiento, causando así la muerte del meristemo apical. Esto a su vez, frena el crecimiento de las plántulas y los brinzales y puede arruinar la forma del árbol, ya que a menudo los resultados son la presencia de líderes múltiples y una apariencia arbustiva. El ataque de *Hypsipyla* puede

Tabla 2.— Crecimiento del cedro, *Cedrela odorata*, en plantaciones

Localidad	Sitio de la plantación		Origen de la semilla	Plantación			Crecimiento anual	
	Precipitación	Suelo		Edad	Espaciamiento	D.a.p.	Altura	en d.a.p.
	<i>mm</i>			<i>Años</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>m</i>	<i>mm</i>
Puerto Rico (64,65)	1900	Piedra caliza	6 procedencias	8.0	2.4	4.4	4.5	5.6
Isl. Vírgenes, USA (64,65)	1000 a 1200	Superficial, sobre arcillas esquistosas	5 procedencias	8.0	2.4	5.9	4.5	7.4
Costa de Marfil (13)	1300 a 1500	Marga arenosa derivada de granito	8 procedencias	7.5	nd*	18.2	13.7	24.3
Nigeria (Ore) (14,15)	1600 pH 5.5	Marga arenosa superficial	11 procedencias	7.5	3.6	23.9	14.8	31.9
Tanzania (35,50)	1450	“Bien drenado”	8 procedencias	5.6	4.0	16.1	12.5	28.8
México (59)	1200	Derivado de piedra caliza	México “mexicana”	8.0	0.5	12.0	10.0	15.0
Ecuador (59)	1200	Aluvial, arenoso	Cuba	6.0	2 por 4	24.0	18.0	40.0
Jamaica (59)	2500	Piedra caliza, arcilla liviana	Jamaica	5.0	2.5 (en líneas)	8.0	nr	16.0
México (59)	1100	Piedra caliza, arcilla delgada pedregosa	México	8.0	3	11.0	6.0	14.0
México (59)	900	Piedra caliza, arcilla arenosa	México	12.0	1	8.0	6.0	6.7
Panamá (59)	2600	Aluvial, bien drenado	Panamá	12.0	1.5 por 3	24.0	21.0	20.0
Honduras (59)	1800	Piedra caliza y volcánico	Honduras	13.0	1.5 por 3	28.0	15.0	21.5
Trinidad (59)	2400	Piedra caliza, bien drenado	Trinidad	15.0	nd	32.0	23.0	21.3
Ecuador (59)	1200	Aluvial	Cuba	18 a 20	3.0	50.0	25.0	25.0

* No disponible.

también contribuir a la mortalidad de las plántulas, especialmente en las poblaciones ya bajo estrés (3, 20). A pesar de que *Hypsipyla* ha sido extensamente estudiada (21, 49, 62), no se ha desarrollado aún un sistema de control integrado. Se ha observado que los ataques son menos frecuentes en los climas marcadamente estacionales, en donde el ciclo de reproducción de los insectos se rompe de manera natural por lo menos una vez al año (23, 62). El ataque es también menos frecuente en el bosque natural, en donde los árboles huéspedes son pocos y muy esparcidos, de manera que nunca se desarrolla una alta acumulación poblacional de los insectos; es también menos frecuente bajo sombra que bajo sol pleno y en las plántulas en etapa inactiva (20, 26, 63). Los experimentos con procedencias de cedro de una vasta región geográfica han mostrado que pueden variar en su respuesta al ataque (12) y la selección esmerada podría permitir el futuro desarrollo de variedades tolerantes. Se ha efectuado algún progreso en el desarrollo de las estrategias de control químico y biológico (2, 3, 18, 19, 22), pero el insecto podría desarrollarse, tarde o temprano, una resistencia a los agentes químicos, sin importar su naturaleza.

USOS

La madera del cedro tiene todavía una alta demanda en cualquier parte en donde se encuentra disponible en los trópicos americanos. La madera es atractiva, moderadamente liviana (con un peso específico de 0.4) y su uso primario es para artículos caseros usados para almacenar ropa. El duramen del cedro contiene una resina aromática y repelente a los insectos que es la fuente de sus nombres populares: cedro, cedro hembra y "spanish cedar" (su aroma es similar al de los verdaderos cedros, del género *Cedrus*). La madera, fácil de trabajar, es tanto resistente a la pudrición en contacto con el suelo como altamente resistente a las termitas, haciéndola adecuada para la construcción en el exterior. El cedro se trabaja con facilidad y se usa para un triplex y una chapa decorativa excelentes y tendría un mayor uso si se pudiera cultivar exitosamente en plantaciones (34, 36, 48, 52).

El cedro es un árbol de sombra y de ornamento urbano importante en las Indias Occidentales y en la América del Sur, a la vez que en las regiones en África en donde se ha importado. Se ha usado también con éxito en Trinidad como sombra en cafetales y en las plantaciones de cacao.

GENETICA

Diferencias Poblacionales

El género *Cedrela* ha sufrido dos importantes revisiones sistemáticas desde 1960. La revisión más reciente redujo el número de especies en el género a siete (53). El cedro común, *Cedrela odorata* L., abarca a otras 28 especies nombradas, incluyendo a *C. mexicana* M.J. Roem. La categoría taxonómica *C. angustifolia*, un tipo muy vigoroso con una alta demanda al presente debido a su aparente resistencia a *Hypsipyla*, se dejó en una condición indeterminada debido al insuficiente material en los herbarios. El resultado es que en su presente constitución taxonómica, *C. odorata* es una especie que muestra un alto grado de variación poblacional. El material

de las Indias Occidentales, sobre el cual se basó la descripción original de la especie, se caracteriza por un follaje liso con hojuelas sésiles, mientras que la variedad (anteriormente especie) "*mexicana*" de la América Central y del Sur posee diferentes grados de pubescencia, a la vez que unas hojas por lo general de mayor tamaño y con hojuelas pecioladas. Existen por supuesto variedades intermedias. Los experimentos de plantación iniciales indicaron que la variedad "*mexicana*" es de crecimiento más rápido que la raza de las Indias Occidentales (59).

Razas

Los experimentos recientemente completados con procedencias (7, 8, 12, 13, 14, 15, 26, 32, 33, 36, 44, 46, 50, 63, 65) sugieren la existencia de muchas razas ecológicas de cedro. Las diferencias en las procedencias se hicieron más evidentes en los experimentos africanos, en donde no se vieron oscurecidas por los efectos adversos de *Hypsipyla*. Existen al presente esfuerzos para expandir los experimentos con procedencias para incluir más fuentes de semillas de los tipos prometedores (12).

Híbridos

Smith (51) sugirió que las especies de cedro de amplia distribución, *C. odorata* y *C. fissilis*, a la vez que la dudosa especie *C. angustifolia* (que él reconoció como una especie separada) producen híbridos entre ellas con facilidad y que los híbridos podrían explicar la gran variabilidad fenotípica en esta categoría taxonómica. Desafortunadamente no existe aún ninguna evidencia experimental para apoyar o descontar la hipótesis sobre la existencia de híbridos. Unos estudios citológicos recientes han mostrado que ocurren por lo menos dos números de cromosomas diploides básicos separados (2N= 50 y 56) en *C. odorata*; Esta presencia de diferentes razas cromosómicas intraespecíficas parece ser común en las meliáceas y puede inhibir la producción libre de híbridos (54, 56).

LITERATURA CITADA

1. Acosta-Solís, M. 1960. Maderas económicas del Ecuador y sus usos. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana. [s.p.].
2. Allan, G.G.; Gara, R.I.; Wilkins, R.M. 1970. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. III. The evolution of some systemic insecticides for the control of larvae in *Cedrela odorata* L. Turrialba. 20(4): 478-487.
3. Allan, G.G.; Gara, R.I.; Wilkins, R.M. 1973. Phytotoxicity of some systemic insecticides to Spanish cedar. International Pest Control. 15(1): 4-7.
4. Bascopé, R.; Bernardi, L.; Lamprecht, H.; Martínez, P. 1957. El género *Cedrela* en América. Descripciones de Árboles Forestales 2. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
5. Beard, J.S. 1942. Summary of silvicultural experience with cedar, *Cedrela mexicana* Roem. in Trinidad and Tobago. Caribbean Forester. 3(3): 91-102.
6. Belanger, R.P.; Briscoe, C.B. 1963. Effects of irrigating tree seedlings with a nutrient solution. Caribbean Forester. 24(2): 87-90.

7. Burley, J. 1973. Sources and distribution of seedlots in the C.F.I. international provenance trial of *Cedrela odorata* (including *C. mexicana* and *C. tubiflora*). En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 234-240.
8. Burley, Jeffery; Lamb, Alan F.A. 1971. Status of the C.F.I. international provenance trial of *Cedrela odorata* (including *C. mexicana* and *C. tubiflora*). Commonwealth Forestry Review. 50(3): 145, 234-237.
9. Caballero-Deloya, M. 1970. Empleo de coeficientes m3rficos en la elaboraci3n de tablas de vol3menes de cedro rojo. Bol. Divulgativo 26-B. Ciudad de M3xico, M3xico: Secretaria de Agricultura y Ganader3a, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 27 p.
10. Cater, John C. 1945. The silviculture of *Cedrela mexicana*. Caribbean Forester. 6(3): 89-100.
11. Combe, Jean; Gewald, Nico J. 1979. Gu3a de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agron3mico Tropical de Investigaci3n y Ense3anza, Programa de Recursos Naturales Renovables. [s.p.].
12. Chaplin, G.E. 1980. Progress with provenance exploration and seed collection of *Cedrela* spp. En: Proceedings, Commonwealth Forestry Conference; 1980 September; Port-of-Spain, Trinidad. [Lugar de su publicaci3n desconocido]: [Editor desconocido].
13. Delaunay, J. 1978. Results of an international provenance trial of *Cedrela odorata* L. seven and a half years after its inception in Ivory Coast. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 886-890.
14. Egenti, L.C. 1978. The international provenance trial of *Cedrela odorata* L. Field performance at age seven and a half years in Nigeria. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 891-897.
15. Egenti, Levi C. 1973. Progress report on four-year-old *Cedrela* international trial in Nigeria. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 255-261.
16. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. R3o Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
17. Fors, Alberto J. 1944. Notas sobre la silvicultura del cedro, *Cedrela mexicana* Roem. Caribbean Forester. 5(3): 115-117.
18. Grijpma, Pieter. 1970. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. v. M.) DC. and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attacks of *Hypsipyla grandella* Zeller in Turrialba. Turrialba. 20(1): 85-93.
19. Grijpma, Pieter. 1973. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Records of two parasites new to Puerto Rico. Turrialba. 23(2): 235-236.
20. Grijpma, Pieter. 1976. Resistance of Meliaceae against the shootborer *Hypsipyla* with particular reference to *Toona ciliata* M. J. Roem. var. *australis* (F. v. M.) DC. En: Burley, J.; Styles, B.T., eds. Tropical trees. Variation breeding and conservation. Oxford, UK: Academic Press: 69-79.
21. Grijpma, Pieter; Styles, B.T., comps. 1973. Bibliograf3a selectiva sobre meli3ceas. Turrialba, Costa Rica: Centro Interamericano de Documentaci3n e Informaci3n Agr3cola—IICA-CIDIA. 143 p.
22. Hidalgo-Salvatierra, Oscar. 1970. *Trichograma* sp., an egg parasite of *Hypsipyla grandella* Zeller. Turrialba. 20(4): 513.
23. Holdridge, L.R. 1943. Comments on the silviculture of *Cedrela*. Caribbean Forester. 4(2): 77-80.
24. Holdridge, L.R. 1976. Ecolog3a de las Meli3ceas latinoamericanas. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agron3mico Tropical de Investigaci3n y Ense3anza: 7. Vol. 3.
25. Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H.; [y otros]. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Oxford: Pergamon Press. [s.p.].
26. Inoue, Mario Takao. 1973. Ensayo de procedencia de *Cedrela* en Santo Antonio de Platina Pr. Floresta. 4: 49-57.
27. Inoue, Mario Takao. 1977. A auto-ecolog3a do genero *Cedrela*; efeitos na fisiolog3a do crescimento no estagio juvenil em funcao da intensidade luminosa. Floresta. 8(2): 58-61.
28. Inoue, Mario Takao. 1977. Wachstumverhalten von *Cedrela odorata* L. und *C. fissilis* Vell. (Meliaceae) im Jugendstadium in Abh3ngigkeit von Umweltfaktore. Weltforstwirtschaft. Reinbeck: Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt f3r Forst und Holzwirtschaft. 115: 1-100.
29. Inoue, Mario Takao. 1980. Photosynthesis and transpiration in *Cedrela fissilis* Vell. seedlings in relation to light intensity and temperature. Turrialba. 30(3): 280-283.
30. Karani, P.K. 1973. International provenance trials in Uganda. Progress report on *Cedrela*. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 241-249.
31. Kaumi, S.Y. S. 1978. *Cedrela* international provenance trials. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 905-909.
32. Lamb, A.F.A. 1968. *Cedrela odorata*. Fast growing timber trees of the lowland tropics 2. Oxford: Commonwealth Forestry Institute. 46 p.
33. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
34. Malimbwi, R.E. 1978. *Cedrela* species international provenance trial (CFI at Kwamsambia, Tanzania). En: Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 910.
35. Marrero, Jos3. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9(2): 85-146.
36. Marrero, Jos3. 1948. A seed storage study of some tropical hardwoods. Caribbean Forester. 4(3): 99-105.
37. Marrero, Jos3. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
38. Marshall, R.C. 1930. Notes on the silviculture of the more important timber trees of Trinidad and Tobago. Port-of-Spain, Trinidad and Tobago: Trinidad Forestry Department and Government Printing Office. 47 p.

39. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
40. Más Porrás, J.; Luyano, G. Boria. 1974. ¿Es posible mediante el sistema taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales? Forestales Bol. Téc. 39. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Ganadería. 47 p.
41. Miller, J.J.; Perry, Jr., J.P.; Borlaug, N.E. 1957. Control of sunscald and subsequent Buprestid damage in Spanish cedar plantations in Yucatan. Journal of Forestry. 55: 185-188.
42. Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. 1978. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford: Commonwealth Forestry Institute. 1066 p.
43. Omoyiola, B.O. 1972. Initial observations on a *Cedrela* provenance trial in Nigeria. Res. Pap. 2 (Forest Series). Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research. 10 p.
44. Omoyiola, B.O. 1973. Initial observation on *Cedrela odorata* provenance trial in Nigeria. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 250-254.
45. Organization of American States. 1967. Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana. Washington, DC: Secretaría General, Organización de Estados Americanos (OEA). 193 p.
46. Pennington, T.D.; Surukhan, José. 1968. Arboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 413 p.
47. Ramírez Sánchez, J. 1964. Investigación preliminar sobre biología ecológica y control de *Hypsipyla grandella* Zeller. Bol. 16. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
48. Raunio, A-L. 1973. *Cedrela* spp. international provenance trial planted in 1971 at Longuza, Tanga region, Tanzania. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 262-265.
49. Reyna-Jaimes, Enrique. 1960. La repoblación del cedro rojo (*Cedrela mexicana* M.J. Roem.) por diseminación artificial—ventajas sobre el método de plantaciones. En: Proceedings, 5th World Forestry Conference; 1960 August 29-September 10; Seattle, WA. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 603-606.
50. Rosero, P. 1976. Zonificación y silvicultura de Meliaceas. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 21-25. Vol. 3.
51. Smith, C. Earle, Jr. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). Fieldiana. 29(5): 295-341.
52. Styles, B.T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. Silvae Genetica. 21: 175-183.
53. Styles, B.T. 1981. Subfamily Swietenioideae. En: Meliaceae. Flora neotropica. New York: New York Botanical Garden: 359-418. Vol. 28.
54. Styles, B.T.; Khosla, P.K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. En: Tropical trees, variation, breeding and conservation. London: Academic Press: 61-68.
55. Tosi, Joseph A., Jr. 1960. Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Bol. Téc. 5. Lima, Perú: Instituto Interamericano de las Ciencias Agrícolas de la E.E.A. 271 p.
56. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. [s.f.]. Records of flowering and fruiting dates of Puerto Rican trees. *Cedrela odorata*, 1943-1946. Unpublished. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].
57. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1963. Silvics questionnaire. Unpublished. Briscoe, C.B., comp. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].
58. Vega, L. 1974. Influencia de la silvicultura sobre el comportamiento de *Cedrela* en Surinam. Bol. 46-48. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
59. Wadsworth, Frank H., comp. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Segundo informe anual de la Sección de Forestación, Comité Regional sobre Investigación Forestal, Comisión Forestal Latinoamericana, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Caribbean Forester. 21 (supplement). 273 p.
60. Walter, Heinrich; Harnickell, Elisabeth; Mueller-Dombois, Dieter. 1975. Climate diagram maps of the individual continents and the ecological climate regions of the earth. Vegetation Monographs (supplement). Berlin: Springer-Verlag. Mapa 2, South America.
61. Webb, Derek E.; Wood, Peter J.; Smith, Julie. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Pap. 15. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute. 342 p.
62. Whitmore, J.L. 1976. Myths regarding *Hypsipyla* and its host plants. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 54-55. Vol. 3.
63. Whitmore, Jacob L. 1971. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; nursery phase assessment. Turrialba. 21(3): 343-349.
64. Whitmore, Jacob L. 1978. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; establishment phase. Res. Note ITF-16. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 11 p.
65. Whitmore, Jacob L. 1979. *Cedrela* provenance trials in Puerto Rico. Unpublished report. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 5 p.
66. Whitmore, Jacob L.; Hartshorn, G.S.; Rivera, Z.E. *Cedrela*. En: Literature review of 28 tropical tree species. Unpublished report. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].

Previamente publicado en inglés: Cintron, Barbara B. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.