

Albert Bokkestijn y John K. Francis

Khaya senegalensis Juss., la caoba de zonas secas, es un árbol de tamaño de mediano a grande que produce unos fustes claros aunque cortos, debido a su tendencia a desarrollar una copa muy ramosa (fig. 1). Crece en el ecotono entre el bosque alto y la sabana en un área paralela a la línea ecuatorial en Africa. Su madera tiene una variedad de usos, incluyendo muebles y ensambladuras finas y la especie se usa como un árbol de ornamento en el oeste de Africa.

HABITAT

Area de Distribución Natural e Introducida

El área de distribución natural de la caoba de zonas secas se extiende desde Senegal hasta Uganda y Sudán, de manera casi paralela a la línea ecuatorial entre las latitudes 8° N. y 14° N., con la porción este de su distribución tomando una dirección hacia el sur (18, 28, fig. 2). En las áreas más húmedas, la caoba de zonas secas se encuentra en terrenos elevados, pero está restringida a hábitats ribereños o lechos de arroyos que se extienden hacia adentro de la sabana en las porciones más secas de su distribución.

La caoba de zonas secas se ha cultivado con éxito en plantaciones en Puerto Rico (14), Cuba (4), Australia (19), Indonesia (2), la India (28) y en varios sitios en Africa fuera de su área de distribución natural (25).



Figura 1.—Un árbol de caoba de zonas secas, *Khaya senegalensis*, de 26 años de edad creciendo en un área con una precipitación alta en Puerto Rico.

Clima

En su área de distribución natural, la caoba de zonas secas crece más que nada en la zona de vida forestal tropical seca y a lo largo de arroyos en el bosque tropical muy seco (17). La mayoría de su distribución natural se encuentra dentro de la zona climática sudano-guinea, pero el área de distribución se extiende hacia al norte, penetrando la zona climática sahelo-sudanesa (28). El clima sudano-guineo está caracterizado por una precipitación anual promedio (PAP) de 950 a 1750 mm, una temporada seca de 4 a 5 meses de duración y unas temperaturas anuales promedio de 24.5 a 28.2 °C. La zona climática sahelo-sudanesa tiene una PAP de 400 a 1000 mm, una temporada seca de 6 a 8 meses y una temperatura anual promedio de 26 a 31.5 °C. Las lluvias de monzón durante el verano son la norma en el centro de Africa, pero pueden ocurrir unas sequías severas de manera periódica. La caoba de zonas secas es la especie de *Khaya* más resistente a las sequías. La capacidad de este árbol de perder sus hojas durante la temporada seca debe de tener un valor considerable para la supervivencia. Las plantaciones exitosas de la caoba de zonas secas en otras partes del mundo han tenido lugar por lo general en áreas con una temporada seca de corta duración y una precipitación alta.

Suelos y Topografía

Al igual que con muchas otras especies de árboles, la caoba de zonas secas crece mejor en francos arenosos neutrales, profundos y fértiles y con un buen drenaje (6, 28, 30). Tales condiciones fértiles se encuentran a menudo en suelos aluviales en donde el gradiente del arroyo no es muy plano. Estos suelos aluviales fértiles pueden ser convertidos en tierras agrícolas de primera categoría y muchos de los mejores sitios de la caoba de zonas secas se han perdido precisamente a este uso. Los suelos volcánicos constituyen también unos buenos sitios para la caoba de zonas secas. *Khaya senegalensis* por lo usual crece de manera satisfactoria en suelos

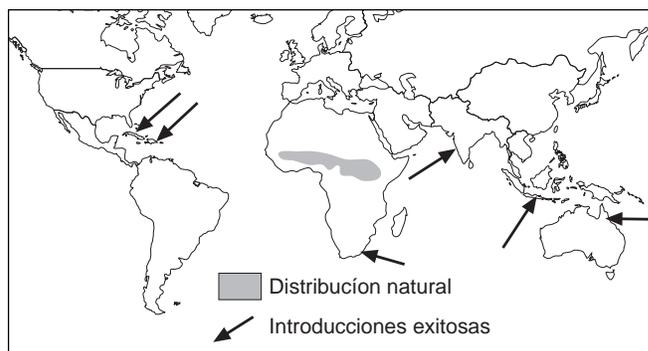


Figura 2.—Distribución de la caoba de zonas secas, *Khaya senegalensis*.

lateríticos, pero puede sufrir un achaparramiento en los suelos superficiales sobre arcillas lateríticas duras (28). En Sudán, los rodales naturales se encuentran en gran parte confinados a los suelos delgados, areniscos y lixiviados de las cimas y las altiplanicies cubiertas con una corteza de piedra férrea (21). Las texturas de los suelos a través de la distribución de la caoba de zonas secas varían entre medianas y pesadas, con unos contenidos de arcilla del 12 al 65 por ciento (24). En Africa, la especie crece desde cerca del nivel del mar hasta unas elevaciones de 1,800 m (30).

Los plantíos exitosos en Puerto Rico indican una tolerancia a una gran variedad de condiciones de suelo: desde neutrales hasta fuertemente ácidos y desde francos arenosos toscos y bien drenados hasta arcillas un tanto pobremente drenadas (fig. 1).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques residuales de Senegal, la caoba de zonas secas se encuentra creciendo con *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr., *Antiaris africana* Engl., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Adansonia digitata* L., *Ficus* spp., *Cholorophora excelsa* (Welw.) Benth. et Hook f., *Afraegle paniculata* (Schum & Thonn.) Engl. y *Blighia sapida* König (27). Los bosques de sabana, los cuales se encuentran entre la sabana y el bosque alto, contienen caoba de zonasecas en asociación con varias especies de *Acacia*, *Adansonia digitata* L. y *Kigelia aethiopica* Decne. (7). En las sabanas de las tierras boscosas con una alta precipitación, la caoba de zonas secas se encuentra en rodales puros (26). Fuera de su distribución natural y con raras excepciones, la caoba de zonas secas permanece probablemente confinada a las plantaciones.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores tetrámeras de la caoba de zonas secas son de color blanco con un disco anaranjado alrededor del ovario. Las flores aparecen en panículas axilares de hasta 20 cm de largo (10). Cuando la fruta de color gris y de cuatro celdas se madura durante la temporada seca, se vuelve de un color negro (20).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La caoba de zonas secas comienza a producir semillas cuando los árboles tienen de 20 a 25 años de edad. La producción de semillas es por lo usual abundante. La semilla plana y alada tiene aproximadamente 3 cm de largo y 2 cm de ancho, incluyendo el ala (10). Por lo normal, el número de semillas varía entre 6,000 y 7,000 por kilogramo, pero ocasionalmente habrán hasta solamente 3,000 por kilogramo (21, 30). Alrededor del 90 por ciento de las semillas frescas germina dentro de un período de 18 días (30). Las semillas almacenadas por 2 meses a temperatura ambiente no germinarán; sin embargo, permanecerán viables por hasta 6 meses al almacenarlas en contenedores metálicos sellados en refrigeración (13). Las semillas pueden ser dispersadas hasta una distancia de 100 m con los vientos predominantes (28).

Desarrollo de las Plántulas.—La regeneración natural es por lo usual buena, pero la sequía y la competencia severa de las plántulas con la vegetación herbácea puede

causar el fracaso (1, 28). Las plántulas pueden sobrevivir unas condiciones de sombra de ligera a moderada.

Las estrategias para obtener una suficiente regeneración natural en los sitios pobres deberán incluir una corte de liberación de los rodales con una regeneración avanzada. El establecimiento de nuevas plántulas puede ser fomentada por las perturbaciones tales como los cultivos o los incendios controlados poco antes de la caída de las semillas. Una corte parcial después de la emergencia de las plántulas, con el objeto de permitir la penetración de la luz hasta la superficie del terreno del bosque, ayudaría al establecimiento de las plántulas antes de la cosecha final del rodal existente.

La regeneración artificial no es difícil. El uso de plántulas en contenedores es la mejor opción; sin embargo, las plantaciones usando provisiones con las raíces desnudas o con la parte superior podada han dado resultados satisfactorios (29). La supervivencia de las plántulas se mejorará si los vástagos se encuentran completamente lignificados al momento del trasplante al campo. Se recomienda el labrado con azadón alrededor de los trasplantes y el desyerbado, ambos al inicio de la temporada seca. Un crecimiento en altura de 1.2 a 1.5 m por año es común durante los primeros 10 años.

Reproducción Vegetativa.—La caoba de zonas secas rebrota bien al ser cortada (29). La reproducción puede tener lugar también a través de los brotes radicales.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Un modelo para el patrón de crecimiento en el género *Khaya* ha sido propuesto por Rauh (16), en el cual un tronco monopodial crece de manera rítmica, desarrollando en el proceso capas de ramas a medida que asciende. El modelo se ajusta mejor al crecimiento en los rodales cerrados en sitios buenos, en donde los árboles jóvenes de caoba de zonas secas crecen con rapidez y producen unos tallos rectos y unas copas ralas y pequeñas que permiten que entre una gran cantidad de luz al estrato inferior. Con una mayor humedad disponible, el plantado bajo el dosel de árboles leguminosos tales como *Cassia siamea* Lam., *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit o *Dalbergia sissoo* Roxb. acelerará la poda natural, fijará nitrógeno adicional y reducirá el daño por los barrenadores de los vástagos (*Hypsipyla* spp.) (28). Las leguminosas leñosas deberán ser cosechadas de manera regular para evitar la competencia excesiva con la caoba de zonas secas.

Los espaciamientos comunes en los sitios talados y preparados son de 5 por 5 m y de 5 por 10 m. Se usa un espaciamiento de 5 por 20 m cuando la caoba de zonas secas se planta en plantíos de enriquecimiento o de conversión en hileras en los bosques ribereños. Los espaciamientos más estrechos no han dado resultado satisfactorios (28).

La altura a la madurez de la caoba de zonas secas varía entre 15 y 40 m (29), pero por lo general no excede los 24 m (12). El diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) puede alcanzar 1.5 m (30). Los fustes claros de 6 m de largo son poco usuales debido a que la especie desarrolla por lo normal una copa muy ramosa a medida que envejece, pero en los rodales ribereños cerrados se pueden a veces encontrar unos fustes de 12 a 15 m (12).

Un rodal de 22 años de edad plantado en Sudáfrica (PAP de 1300 mm) tuvo una altura promedio de 8.2 m, un d.a.p.

promedio de 11.7 cm y una densidad de 650 árboles por hectárea (25). Una plantación pequeña de 23 años de edad en Puerto Rico (con una PAP de 3000 mm) tuvo una altura promedio de 22 m y un d.a.p. promedio de 20.1 cm. Con irrigación, la caoba de zonas secas en Mali, Níger y Senegal exhibe un crecimiento promedio en altura de 1.3 m por año (3).

Comportamiento Radical.—La caoba de zonas secas es una especie con raíces profundas. Durante el primer año, la plántula desarrolla una raíz pivotante profunda y vigorosa que provee de resistencia contra las sequías frecuentes (28). Los contrafuertes no son comunes (10).

Reacción a la Competencia.—La caoba de zonas secas es moderadamente tolerante a la sombra. Los brinzales crecerán a través de la sombra ligera de las especies pioneras o persistirán en el estrato inferior en situaciones más sombreadas. Sin embargo, no sobrevivirán bajo sombra densa. La caoba de zonas secas, que es intolerante en su madurez, deberá alcanzar una posición en el estrato superior o morir en el proceso. Los individuos que sobreviven tienden a dominar eventualmente los rodales en donde crecen. Dependiendo de la humedad disponible y del historial de incendios, los rodales de caoba de zonas secas pueden variar de abiertos (en las sabanas) a rodales ribereños densos con poca vegetación terrestre baja. La caoba de zonas secas es por lo usual una especie sub-clímax; en la ausencia de perturbaciones, será reemplazada eventualmente por otras especies. Sin embargo, los cambios ocurren con lentitud y las perturbaciones son frecuentes en su hábitat natural. A excepción de los lugares de donde se le remueve de manera selectiva durante las operaciones madereras, la caoba de zonas secas permanece como una especie dominante en la mayoría de su distribución.

Agentes Dañinos.—La caoba de zonas secas en su distribución natural puede ser atacada de manera severa por las larvas de *Hypsipyla robusta* Moore, que barrenan los vástagos. Estos ataques pueden resultar en árboles deformados sin ningún valor maderero (11). Las plantaciones con espaciamentos estrechos pueden fracasar debido a los barrenadores de los vástagos (8). Las especies de la familia Meliaceae (las caobas) son los huéspedes para los barrenadores de los vástagos del género *Hypsipyla*. En pruebas en las cuales otros miembros de la Meliaceae se encontraron ausentes, la caoba de zonas secas creció rápidamente y de manera recta (11). La caoba de zonas secas parece ser menos sensible al ataque del barrenador del vástago que otras especies de *Khaya* (25). Cuando la especie se planta fuera de África, los barrenadores de los vástagos no presentan ningún problema. La caoba de zonas secas es resistente a *Hypsipyla grandella* Zeller, el barrenador de los vástagos de las especies meliáceas en el Nuevo Mundo (23).

Se ha reportado que la caoba de zonas secas es ya sea resistente a las termitas (30) o ligeramente más resistente a las termitas que otras especies de *Khaya* (10). La albura es susceptible al ataque por los escarabajos de polvo de salvadera (powder-post beetles, *Lyctus* spp.) (5). Una enfermedad bacteriana de la caoba de zonas secas en Sudán, causada por *Xanthomonas khayae* Sabet., resulta en manchas foliares ásperas y costrosas y en úlceras nudosas en el tallo (15). A pesar de que los árboles de mayor edad son resistentes a los incendios, las plántulas tienen una gran susceptibilidad a los mismos (28, 29).

USOS

La albura es de un color moreno claro rosáceo y el duramen es de un atractivo color rojo marrón oscuro. La caoba de zonas secas es más dura, más pesada, más oscura y de una textura más fina que otras especies de *Khaya* (25). La densidad de la madera varía entre 0.60 y 0.85, dependiendo de la localidad (5). La albura es moderadamente resistente y el duramen extremadamente resistente al tratamiento con preservativos. La madera se aserra bien, excepto por una tendencia a adquirir una textura lanuda en cortes transversales a la fibra. Se seca con rapidez y con poca degradación; sin embargo, la tensión puede en ocasiones causar rajaduras y torceduras. El encogimiento al ir de verde a una humedad del 12 por ciento es de 2.5 por ciento radial y de 4.5 por ciento tangencial (8). La fibra entrelazada, la resina ligeramente aromática y los depósitos cristalinos son comunes.

Las caobas africanas han reemplazado en gran parte a las caobas americanas (*Swietenia* spp.) en los mercados europeos. Sin embargo, la caoba de zonas secas satisface sólo una pequeña parte de esta demanda, debido al relativamente pequeño tamaño de sus maderos. La caoba de zonas secas se prefiere para muebles, ensambladuras finas, molduras y la construcción de botes. La madera se usa también a nivel local para traviesas de ferrocarril, pisos, artículos torneados, pulpa, combustible (valor calórico = 19,998 kJ por kg) y chapa decorativa (6, 22, 30). Las ramas con sus hojas se cortan para forraje para el ganado cuando existe una escasez de alimento (11). La caoba de zonas secas es un árbol urbano de importancia en el oeste de África (12).

GENÉTICA

No se encontró ninguna información sobre la genética de la caoba de zonas secas en la literatura. Sin embargo, es polinizada por los insectos y se puede asumir que existe una considerable diversidad a través de la extensa distribución geográfica de la especie.

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1959. *Khaya senegalensis* Juss., *Khaya grandifolia* C. DC. Characters sylvicoles et plantations. Bois et Forêts des Tropiques. 68: 15-20.
2. Ardikoesoema, R.I.; Dilmy, A. 1956. Some notes on mahogany, especially about the genus *Khaya*. Com. 49. Bogor, Indonesia: Indonesia Forestry Institute. 65 p.
3. Armitage, F.B. 1985. Irrigated forestry in arid and semi-arid lands: a synthesis. IDRC-234e. Ottawa, Canada: International Development Research Center. 160 p.
4. Betancourt, A.; Marquetti, J.R.; García, J.R. 1972. *Khaya nyasica* and *K. senegalensis*. Behavior of the two species in Cuba. Baracoa. 2(2): 32-52.
5. Bolza, E.; Keating, W.G. 1972. Africa timbers: the properties, uses and characteristics of 700 species. Melbourne, Australia: Division of Building Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 721 p.

6. Bosshard, W.C. 1966. Tree species for the arid zone of the Sudan. Pamph. 33. Khartoum, the Sudan: Forest Research Institute. Forestry Research and Developmental Project. 33 p.
7. Brown, A.F. 1912. Silviculture of the Tropics. London, England: MacMillan and Co., Ltd. 309 p.
8. Cooling, E.N.; Endean, F. 1966. Preliminary results from trials of exotic species for Zambian plantations. For. Res. Bull. 10. Kitwe, Zambia: Forest Department, Division of Forest Research. 34p.
9. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
10. Eggeling, W.J.; Dale, I.R. 1951. The indigenous trees of the Uganda Protectorate. Glasgow, Scotland: University Press. 491 p.
11. Fishwick, R.W. 1970. Sahel and Sudan zone of northern Nigeria, north Cameroons and the Sudan. En: Afforestation in arid zones. The Hague, Netherlands. N.V. Publishers: 59-85.
12. Food and Agriculture Organization. 1956. Tree planting practices in tropical Africa. For. Develop. Pap. 8. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 302 p.
13. Forestry and Timber Bureau. 1972. Annual report 1971/1972. Canberra, Australia: Forestry and Timber Bureau. 11 p.
14. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
15. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in Tropics and Southern Hemisphere; part 1: important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae, and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 51 p.
16. Hallé, F.; Oldeman, R.H.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests; an architectural analysis. New York, NY: Springer-Verlag. 441 p.
17. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
18. Irvine, R.F. 1961. Woody plants of Ghana. London, England: Oxford University Press. 868 p.
19. Nicholson, D.I. 1974. Restoration of bauxite mines at Weipa. Res. Pap. 5. Canberra, Australia: Department of Forestry, Queensland. 30 p.
20. Outer, R.W. 1972. Tentative determination key to 600 trees, shrubs, and climbers from the Ivory Coast, Africa mainly based on characters of the living bark, besides the rhytidome and the leaf. 72-18. Wageningen, Netherlands: Mededelingen Landbouwhogeschule. 73 p.
21. Ramsay, D.M. 1967. Growth of *Khaya senegalensis* at Nyinokok, Sudan. Commonwealth Forestry Review. 46(4): 310-316.
22. Rendle, B.J. 1969. World timbers; Europe and Africa. London, England: Ernest Ben Ltd. 191 p. Vol.1.
23. Rodríguez Pérez, M. 1980. Resistencia a plagas en especies del género *Khaya*. INDAF, Villa Clara, Cuba: Centro Agrícola. 7(3): 47-50.
24. Smith, J. 1949. Distribution of tree species in the Sudan in relation to rainfall and soil texture. Bull. 4. Khartoum, the Sudan: Republic of Sudan, Ministry of Agriculture. 68 p.
25. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 259 p.
26. Swaki, M.K. 1957. Sudan forests. Forestry Memoirs 10. Khartoum, the Sudan Republic of Sudan, Ministry of Agriculture. 30 p.
27. Trochain, J. 1940. Contribution a l'étude de la végétation du Senegal. Commonwealth Review 46(4): 310-316.
28. Viart, M. 1960. *Khaya senegalensis* Juss. Indian Forester. 86(7): 395-400.
29. Vidal-Hall, M.P. 1952. The silviculture and regeneration of the forest types of the Equatoria and Bahr El Ghazal Provinces. Forestry Memoir 4. Khartoum, the Sudan: Republic of Sudan. Ministry of Agriculture. 19 p.
30. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.P.; Henman, G.S. 1984. A guide to species for tropical and subtropical plantations. Oxford, England: University of Oxford Press. 256 p.