

LEV JARDÓN BARBOLLA

Hay plantas con madera de árbol

*Nosotros los árboles damos nuestra sombra [...],
somos medicina, somos alimentos, somos vida.
Cada vez estamos más desesperados, no nos cuidan,
nos destruyen con sus máquinas de muerte,
los capitalistas nos han hecho mercancía.
La Naturaleza se revela y se rebela (obra de teatro
zapatista, abril de 2025)*





Ejemplar muerto del arbusto alpino *Juniperus monticola*, la segunda especie leñosa más longeva de México, en el lado sur del Iztaccíhuatl a 4050 m s.n.m., 2015. Fotografía de Lorenzo Vásquez Selem.

DEL BOSQUE A LOS ÁRBOLES

Los bosques son ecosistemas donde las especies predominantes son árboles; sus copas conforman un espacio en el que habitan diferentes organismos vivos. La continuidad de ese espacio, llamado dosel, fue usada como recurso por Italo Calvino para escribir *El barón rampante*. En dicha novela, Cosimo decide nunca bajar de las copas de los árboles, por lo que se desplaza a través de ellas para ir de un lugar a otro.

Si bien resulta contraintuitivo, en los primeros bosques de la Tierra, surgidos en el periodo Devónico (hace entre 419 y 358 millones de años), no había árboles. En cambio, estaban poblados de plantas con un tallo y una copa elevada sobre el suelo, llamadas helechos arborescentes, los cuales existen hasta nuestros días. Las células de las plantas cuentan con una membrana y una pared externa que contiene celulosa, además de otras sustancias. Una característica importante de los helechos mencionados es que sus paredes celulares tienen lignina, un polímero que las dota de rigidez, lo que resulta esencial para las estructuras tubulares de los vasos (sistemas vasculares) que transportan agua y otros nutrientes dentro de dichas plantas.

El modo de vida arbóreo ofrece muchas ventajas para las plantas: las más altas reciben más luz del sol, su exposición a los herbívoros terrestres queda restringida a aquellos que puedan trepar y alcanzar las hojas de la copa, y las esporas o las semillas logran dispersarse más lejos. Por lo tanto, podría pensarse que la selección natural favorece la evolución de los árboles. Sin embargo, para que una planta cobre esa forma es necesario que sus tallos sean rígidos, que no se rompan ante el primer viento y que transporten el agua hasta su parte más alta. La lignina, el principal componente de la madera, es indispensable para ello.

En términos biológicos, un árbol es una planta leñosa (produce madera), perenne (vive varios años, a diferencia, por ejemplo, del maíz y su ciclo anual), con uno o más tallos principales que se sostienen por sí mismos, los cuales ramifican a cierta altura del suelo y cuyas ramas forman una copa más o menos elevada. La biología también utiliza criterios secundarios para distinguir entre un árbol y un arbusto. Por ejemplo, los árboles adultos suelen medir más de cinco metros de altura, mientras que la estatura de los arbustos es menor; éstos producen ramas muy cerca de su base, lo que no sucede en el caso de los árboles.

Considerando estos atributos, los helechos arborescentes que poblaron los primeros bosques poseían tallos capaces de lignificar, pero no eran árboles porque no producían madera, como tampoco lo hacen las palmeras, que son plantas con flores y que están emparentadas con los pastos. Tanto los helechos como las palmeras aumentan la masa de tejido de sus tallos (en medio quedan haces vasculares dispersos) y así consiguen engrosarlos. Sin embargo, las plantas que generan madera tienen un atributo especial: sus tallos son más gruesos gracias al cámbium vascular, un anillo de células a partir del cual se forma nuevo teji-

do, tanto hacia fuera como hacia dentro de él. El cámbium vascular es parecido a un cilindro y está ubicado al interior del tronco; se trata de una capa de tejido de una célula de espesor, desde la cual se forman constantemente dos tipos de tejido.

Las plantas crecen a partir de conjuntos de células indiferenciadas, llamadas meristemos, que se pueden convertir en diferentes estructuras o módulos. De un meristemo en la punta de una rama puede surgir un nuevo tramo de tallo y de otro que esté en una axila es posible que brote una rama o una estructura reproductiva.

El cámbium vascular es un meristemo secundario porque permite que los árboles se ensanchen —éste aumenta su diámetro conforme la planta crece—; en cambio, los meristemos primarios hacen que los árboles ganen altura y ramifiquen. Por dentro del cámbium, el árbol va formando xilema, un tejido cuyos vasos trasladan el agua y los minerales del suelo hacia arriba de la estructura. Sólo las capas más externas del xilema están vivas; conforme el árbol crece, las células internas van muriendo y sus paredes de celulosa y lignina se acumulan como madera. En los lugares con estaciones muy definidas, ya sea por el frío del invierno o por la intensidad de la época de secas, los pulsos de crecimiento anual del xilema van marcando los anillos de crecimiento de los árboles. Hacia afuera del cámbium vascular se forma el floema, que transporta hacia las partes bajas del árbol la “savia elaborada”, un fluido compuesto de azúcares y otras sustancias nutritivas. El chicle o la goma de mascar natural se extrae de dicha savia de los árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*).

Los primeros árboles propiamente dichos, esto es, con lignina y cámbium vascular, aparecieron hace unos 390 millones de años en el linaje que dio origen a las gimnospermas,¹ entre las cuales las

coníferas han sido prolíficas ecológicamente al adoptar la forma de vida de árboles. Así es: ser árbol es una forma de vida entre las plantas. En las angiospermas² —desde las ceibas hasta los encinos, las guayabas y los aguacates—, esta forma de vida ha evolucionado varias veces de manera independiente en diferentes linajes de plantas.

LOS CAMINOS DEL ÁRBOL

Los árboles han alcanzado tamaños y longevidades extremas: algunos de los organismos vivos más grandes del mundo son árboles. Los más altos son las secuoyas rojas (*Sequoia sempervirens*), que se elevan hasta ciento quince metros y habitan en la costa este de Norteamérica, mientras que sus primas, las secuoyas gigantes (*Sequoiadendron giganteum*), pesan más de cinco mil toneladas.

En general, los bosques están conformados por muchos árboles, pero a veces uno solo es capaz de formar un bosque. El “Pando”, un álamo de la especie *Populus tremuloides*, constituye un bosque: se trata de un individuo con más de 47000 troncos interconectados por un sistema de raíces y con un mismo genotipo. Los troncos de Pando emergen del suelo en una zona de 42 hectáreas en Utah, Estados Unidos. Con un peso estimado de seis mil toneladas, es el organismo individual más masivo de la Tierra.

Sin duda, las enormes tortugas de las Galápagos, pues algunas han vivido casi doscientos años, o los individuos del tiburón de Groenlandia, cuya edad se es-

mayormente expuestas. A diferencia de las plantas con flor, el embrión de las gimnospermas está cubierto sólo por un par de capas de tejido.

- 2 Las angiospermas, o plantas con flores, son el grupo más diverso de plantas; sus semillas están cubiertas por frutos y tienen más capas cubriendo al embrión. En las angiospermas se reconocen tres grupos: magnolias, eudicotiledóneas (en ambos, la forma de vida arbórea ha evolucionado muchas veces de manera independiente) y las monocotiledóneas (por ejemplo, gramíneas, orquídeas y palmeras), en las que dicha forma está ausente.

1 Las gimnospermas (literalmente, “semillas desnudas”) son plantas cuyas semillas no se encuentran dentro de un fruto, sino que están

tima en más de tres siglos, son animales muy longevos. Pero no en balde Edmond Hamilton comenzó su relato “Tierra extraña” con la narración de un escenario en el que las personas viven una *vida ralentizada*, al ritmo de los árboles. Por ejemplo, se calcula que la secuoya más vieja tiene 3200 años, mientras que el organismo no clonal más longevo es un pino localizado en el este de California, de la especie *Pinus longaeva* y bautizado Matusalén, cuya edad aproximada es de 4800 años, y aún se debate si el “alerce milenario” chileno, un individuo de la conífera *Fitzroya cupressoides*, podría ser más viejo todavía.

Si bien los árboles, como forma de vida, presentan ventajas para las plantas, estos no pueden desarrollarse en cualquier lugar. Alrededor del planeta existe una “línea del árbol”, una frontera tras la cual las bajas temperaturas, asociadas con la latitud o la altitud, impiden su crecimiento.³ Al respecto, en México destaca el Pico de Orizaba porque, a casi cuatro mil metros sobre el nivel del mar, crecen pinos de la especie *Pinus hartwegii*. Junto con Khumbu, en el lado nepalí del Everest, es uno de los sitios de mayor altitud en el hemisferio norte donde hay árboles. En el hemisferio sur, un árbol con flores, *Polylepis tarapacana*, que crece a 5 200 metros sobre el nivel del mar, se encuentra en el Nevado Sajama, en Bolivia.

KWAWITL, CHE’, WOODS...

La asociación entre los árboles y la madera es tan clara que se manifiesta en algunos idiomas. En muchas variantes del náhuatl, la misma palabra que denota “árbol”, *kwawitl*, se utiliza para decir “madera”. En las lenguas mayas, palabras como *che’* y *te’* significan ambas cosas. En inglés, el plural de madera, *woods*, refiere también a los bosques.

La madera evolucionó como un elemento funcional y estructural de los árboles y luego se volvió un material fundamental para la humanidad, debido a su versatilidad y a sus propiedades únicas. A diferencia de un pedazo de metal o de piedra, cuyas propiedades mecánicas son las mismas en todas sus direcciones (lo que se conoce como isotropía), la madera, por estar hecha de fibras que corren a lo largo del tronco, es un material *anisotrópico*. Esto quiere decir que su resistencia es distinta cuando se aplica presión de manera transversal a la veta o al grano de la madera que cuando se hace lo mismo de forma paralela. El oficio de la carpintería es, en buena medida, el arte de aprovechar la anisotropía.

Ahora bien, la forma de los árboles inspiró la metáfora de mayor poder explicativo en la biología. Representamos las relaciones de parentesco que unen a toda la vida en la Tierra apelando precisamente a la idea de un árbol evolutivo, en el que las especies que comparten ancestros son las hojas en la punta de cada rama. Las especies de árboles cercanamente emparentadas comparten rasgos porque tienen una historia evolutiva en común.⁴

Se suele llamar “maderas blandas” a las que provienen de las coníferas y “maderas duras” a las que producen los árboles con flores. La diferencia entre ellas se manifiesta tanto en su densidad como en su estructura interna. El xilema de las coníferas contiene un solo tipo de elementos conductores, denominados *traqueidas*, que sirven tanto para el transporte de agua como para dar soporte al tronco. En cambio, el xilema de las plantas con flores contiene dos tipos de teji-

3 Christian Körner, “The cold range limit of trees”, *Trends in Ecology & Evolution*, noviembre de 2021, vol. 36, núm. 11, pp. 979-989.

4 Un estudio reciente muestra que la densidad de la madera de los árboles depende fuertemente de la ancestría evolutiva; los grupos de especies cercanamente emparentadas tienen maderas cuya densidad, en promedio, es similar. Fangbing Li, Hong Qian *et al.*, “Evolutionary history shapes variation of wood density of tree species across the world”, *Plant Diversity*, mayo de 2024, vol. 46, núm. 3, pp. 283-293.



Corte transversal del *Juniperus monticola*, con 150 años de edad al morir a causa de un incendio, 2015. Fotografía de Lorenzo Vásquez Selem.

do: los vasos, que transportan agua, y las fibras, cuyas células tienen paredes más gruesas y sirven de soporte.

En términos generales, a mayor densidad de la madera seca, mayor dureza. Usualmente, las coníferas generan maderas menos densas que las plantas con flores, si bien existen excepciones: el tejo (*Taxus*), pese a ser una gimnosperma, tiene una madera relativamente densa; por su parte, la madera balsa es de baja densidad, aunque proviene de una planta con flor (*Ochroma pyramidale*).

Sin embargo, la densidad no lo es todo. Las propiedades mecánicas de la madera dependen de otros elementos, como los rayos (fibras que corren radialmente del centro a la periferia del árbol), el grosor y la composición de las paredes celulares, así como de la orientación de las fibras, de los canales resiníferos y de los poros. Los pinos y otras coníferas tienen fustes rectos y su madera es relativamente liviana; además, la resina les otorga cierta resistencia ante la descomposición ocasionada por hongos, lo que las hace útiles como materiales para construir desde muebles hasta aviones.

La madera de las fagáceas, como las hayas (*Fagus*) y los encinos (*Quercus*, de los que 161 especies viven en México), es densa y su resistencia a la pudrición de-

pende de la cantidad de taninos y otros metabolitos secundarios que contenga. En cambio, la madera de las juglandáceas, como las especies del género *Carya*, al que pertenece la nuez de cáscara lisa (*C. illinoensis*), sobresale por ser tenaz y elástica: se puede deformar mucho sin romperse y luego recupera su forma; muchos pueblos indígenas de América del Norte la emplearon para elaborar arcos.

Por último, entre las oleáceas, los fresnos producen una madera muy resistente a los impactos. Por eso el género *Fraxinus* es muy apreciado en el beisbol para elaborar bates y fue muy usado en los patines del tren de aterrizaje de los pri-

meros aviones. Su madera se puede doblar si se trata con vapor de agua, lo que hace que las fibras adopten la curvatura de la pieza, haciéndola muy resistente.

La luz del alba y del ocaso en los días de enero, febrero y marzo nos permite admirar un bello tono verde en las copas de los fresnos (*Fraxinus uhdei*) de la Ciudad de México. Tras haber perdido de forma asincrónica sus hojas entre el final del otoño y el principio del invierno, la mayoría de estos árboles reverdece en los primeros meses del año y sus jóvenes hojas brillan intensamente.

Los fresnos son primos cercanos de los olivos, también de madera fuerte y duradera. En Palestina, el ejército de ocupación destruye los olivos como parte del genocidio que perpetra frente a nuestros ojos y que es imperativo detener. ❧