



Biología básica de la madera—Anatomía para la identificación

Basic wood biology—Anatomy for identification

Antes de abordar los temas sobre el uso de lupas de mano, la preparación de la madera para su observación y el entendimiento de los caracteres usados en la identificación de maderas, es necesaria una introducción general sobre la biología de la madera. Las maderas en el mercado Centroamericano proceden casi exclusivamente de árboles, por lo que la discusión sobre la biología de la madera en este capítulo se restringirá a árboles, sin embargo, la mayor parte del contenido que se presenta es también aplicable a arbustos y lianas.

Organizar el denso conocimiento sobre la biología y la estructura de la madera en un texto fácil de entender no es una tarea simple. Será necesario reiterar algunos conceptos en este capítulo con el fin de presentar un concepto unificado sobre la estructura de maderas para su identificación. Algunas secciones de este capítulo serán difíciles de entender en su totalidad solo con una primera lectura; deben leerse una segunda vez después de pensar acerca del material y así los conceptos, antes totalmente nuevos, comenzarán a ser más manejables.

La madera como material celular

La madera, como todas las cosas vivas o alguna vez vivas, está hecha de millones y millones de células interconectadas que forman una estructura mayor, de la misma manera que nuestro corazón o hígado están hechos de diferentes células. Las células son los bloques de construcción básicos de los organismos vivos, y la mayor parte de este manual se enfoca en el entendimiento de los diferentes tipos, formas, orientación y agrupación de células en la madera. Si el conocimiento sobre las bases celulares de la vida no es un conocimiento familiar, no hay de que preocuparse. Los detalles biológicos de las células no son estrictamente necesarios para la identificación de maderas y lo que es necesario entender se describe a continuación. Según mi experiencia la mayoría de la gente encuentra la madera más fácil de entender y observar si entienden su origen como material biológico.

Sistemas celulares presentes en la madera

La madera está hecha de dos sistemas de células interconectados, el sistema axial y el sistema radial. El sistema axial está formado por todas las células que se orientan de arriba abajo en el tronco del árbol o a lo largo del grano de una tabla. El sistema radial está compuesto por radios, grupos de células que se extienden desde el centro hacia la corteza del árbol (Figura 1). Los radios y el sistema radial son, en general, menos familiares para un observador casual de maderas, pero son críticos para entenderlas e identificarlas. Debido a que los troncos de los árboles son generalmente redondos, las células del sistema axial están alineadas en capas curvas superpuestas. Estos dos sistemas constituyen los principios estructurales básicos de la madera y siempre podemos regresar a estos conceptos básicos para entender la estructura de la misma.

Funciones de la madera en un árbol

La madera realiza tres grandes funciones en un árbol y para entender mejor estas funciones podemos organizar algunos de los detalles anatómicos de la madera entendiendo los roles que éstos juegan en el árbol. Un poco de sentido común, una pequeña dosis de biología y una observación cuidadosa de la madera, nos

Before the topics of using a hand lens, preparing wood for observation, and understanding the characters used in wood identification can be tackled, a general introduction to the biology of wood must be undertaken. The woods in commercial trade in Central America come almost exclusively from trees, so the discussion of wood biology is restricted to trees here, though most of what is presented is also true of shrubs and lianas.

It is not a simple matter to organize the gross structure and biology of wood into an easy-to-understand text. It will be necessary to move back and forth between some concepts in this chapter in an effort to present a unified concept of wood structure for wood identification. Some sections of this chapter will be difficult to understand fully when read the first time; read them a second time after thinking about the material, and the once-unfamiliar concepts will seem more tractable.

Wood as a cellular material

Wood, like all living or once-living materials, is made from millions and millions of interconnected cells that form a larger structure, in much the same way your heart or liver is made of many different cells. Cells are the basic building blocks of larger organisms, and most of this manual focuses on understanding different types, shapes, orientations, and groups of cells in wood. If the cellular basis of life is an unfamiliar concept, don't worry. The biological details of cells are not strictly necessary for wood identification, and what is necessary to understand is presented below. It is my experience that most people find wood easier to understand and observe if they understand its origin as a biological material.

Two systems of cells in wood

Wood is made of two interlocking systems of cells, the axial system and the radial system. The axial system is made up of all the cells running up and down the trunk of the tree, or along the grain of a board. The radial system is made up rays, groups of cells running from the center of the tree out toward the bark (Figure 1). Rays and the radial system in general are less familiar to the casual observer of wood, but are critical to understand and identify wood. Because tree trunks are generally round, the cells in the axial system are lined up in overlapping, curved layers. These facts are the basic structural principles of wood, and you can always come back to these basic facts to help yourself understand wood structure.

Functions of wood in a tree

Wood performs three major functions in the living tree, and by understanding these functions we can better organize some of the anatomical details of wood by understanding the roles they play in the tree. Common sense, a small dose of biology, and careful observation of wood will allow you to integrate the structure of wood with its function and remember more easily the names of cells and the patterns they form.

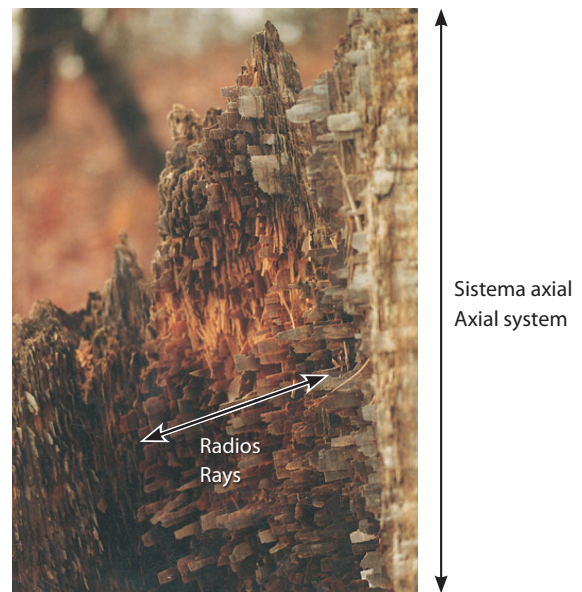
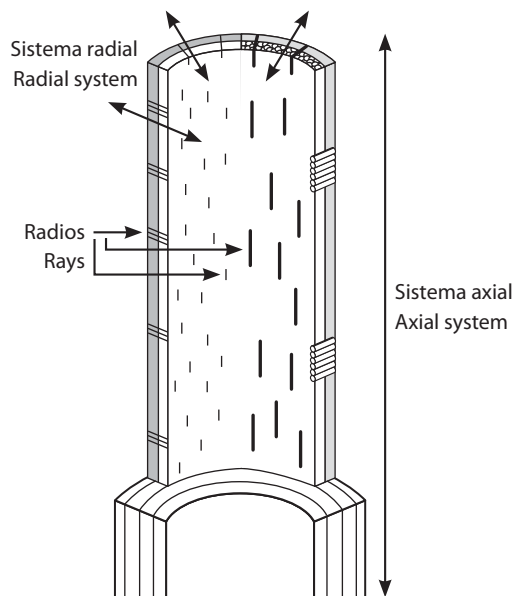


Figura 1. Sistemas axial y radial en la madera. El diagrama de la izquierda muestra una simplificación de los sistemas axial y radial. La fotografía de la derecha muestra un tronco podrido en el cual la mayor parte del sistema axial ha sido removida por hongos. Las pestañas salientes a modo de cartas son los radios del sistema radial.

Figure 1. Axial and radial systems in wood. The diagram on the left shows a simplification of the axial and radial systems. The photograph on the right shows a decayed stump in which much of the axial system has been removed by fungi. The card-like tabs protruding are the rays of the radial system.

permitirán integrar la estructura de la madera con sus funciones y recordar más fácilmente los nombres de las células y los patrones que éstas forman.

La función más importante de la madera en un árbol vivo es la conducción de agua desde las raíces hasta el tronco, a lo largo de las ramas y hasta las hojas. Si un árbol falla en esta tarea, éste muere rápidamente. En la madera hay tipos de células especializadas que realizan la función conductora y puede ser útil recordar la función conductora de la madera cuando estamos aprendiendo a diferenciar los diversos patrones estructurales que veremos en este manual.

Cuando se pregunta a la gente acerca de las funciones de la madera, la primera cosa que piensa la mayoría es en el soporte mecánico o la resistencia de la madera. Sustener en el aire el tallo, ramas, hojas, flores y frutos, es ciertamente una función importante de la madera. Todas las células en la madera juegan algún papel importante en su resistencia mecánica, pero en algunas maderas existen células específicamente diseñadas para esta función mecánica. Es muy parecido con nuestro propio cuerpo; nuestros músculos, tendones y ligamentos participan en el soporte del cuerpo, pero el aspecto estructural más importante para el soporte mecánico de un humano es su esqueleto.

La menos obvia de las tres funciones de la madera es el almacenamiento y la síntesis de bioquímicos. En el contexto de la identificación de maderas, el almacenamiento es importante porque le da a las maderas sus colores y olores

The most important function of wood to a living tree is the conduction of water from the roots up the trunk, along the branches, and out to leaves. If a tree fails at this task, it dies quickly. In wood there are special types of cells that perform the conductive function, and it can be helpful to remember the conductive function of wood when learning to tell apart the various patterns of wood structure that we will see in this manual.

When most people are asked about the functions of wood, the first they think of is mechanical support, the strength of wood. Holding aloft the stem, branches, leaves, flowers, and fruits is indeed an important task for wood. All cells in wood play some role in its mechanical strength, but in some woods there are cells specifically designated for a mechanical function. This is much like your own body; even though your muscles, tendons, and ligaments are involved in supporting your body, the most important structural feature for mechanical support in a human is the skeleton.

The least obvious of the three functions of wood is the storage and synthesis of biochemicals. In the context of wood identification, storage is critically important because it is the storage function that gives wood its characteristic colors and odors. Color and odor occur as a function of the accumulation of chemicals in the central part of the trunk, as compared to the outer layer of wood that lacks them.

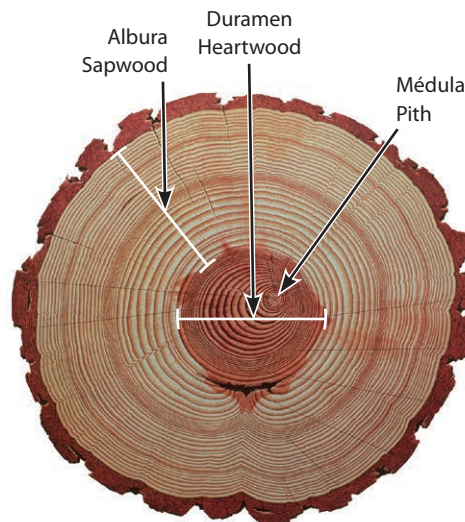


Figura 2. El final de grano de un tronco. La corteza rodea al tronco. Dentro de ésta está la madera. La madera de color claro es la albura, la de color oscuro es el duramen. El pequeño punto representando el centro del árbol es la médula.

Figure 2. The end grain of a log. Bark surrounds the log. Inside this is the wood. The light colored wood is sapwood, the dark colored wood is heartwood. The small dot representing the center of the tree is the pith.

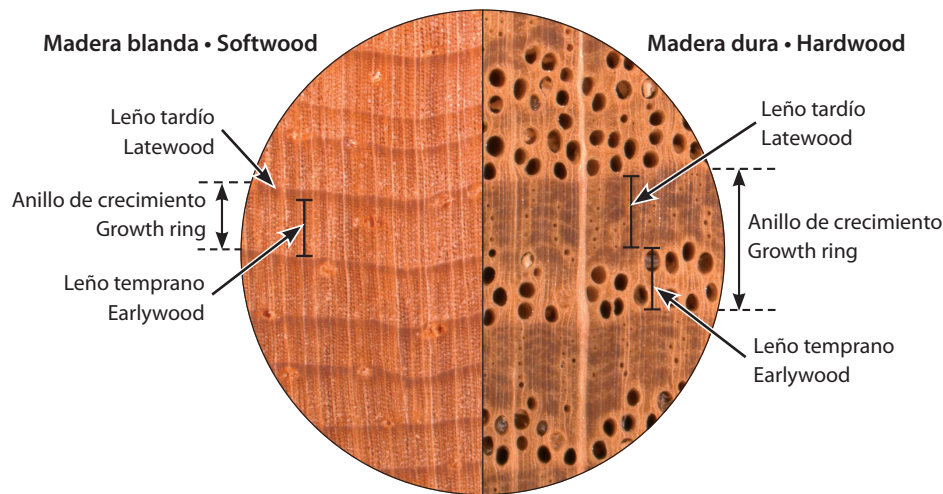


Figura 3. Anillos de crecimiento en una madera blanda y en una madera dura. Aunque la estructura de estas dos maderas es muy distinta, ambas presentan anillos de crecimiento y éstos pueden dividirse en leño temprano y leño tardío.

Figure 3. Growth rings in a softwood and a hardwood. Although the structure of these two woods is quite distinct, both have growth rings, and the growth rings can be divided into earlywood and latewood.

característicos. El color y el olor son el resultado de la acumulación de químicos en la parte central del tronco, en contraste con la capa externa de la madera donde éstos están ausentes.

Duramen, albura y médula

Cuando se examina un tronco cortado o un disco de un árbol, hay dos dominios básicos en la mayoría de las maderas; el área central de color más oscuro (y a veces odorífera) llamada duramen y la franja exterior de color más claro, bajo la corteza, denominada albura (Figura 2). En un árbol vivo, el agua es transportada solo a través de la albura; el duramen no participa en esta función. Tanto el duramen como la albura están involucrados en el soporte mecánico del árbol. Para las maderas comerciales, generalmente, solo el duramen es de valor y la albura no es deseable. No hay diferencia estructural apreciable entre duramen y albura; la diferencia yace en la acumulación de bioquímicos en el duramen. Podemos ver que el árbol, además de usar diferentes células para diferentes funciones, también separa algunas funciones en la madera (almacenamiento y conducción) a tal punto que se nota fácilmente a simple vista. El centro del árbol, denominado médula, es el tejido que se forma antes de la producción de la primera madera en el árbol.

Anillos de crecimiento

Otra manera en la cual muchos árboles (pero no todos) separan las tres funciones de la madera es formando capas discretas de madera con múltiples componentes, cada uno enfatizando una función diferente. Estas unidades discretas, llamadas anillos de crecimiento (Figura 3), representan los bloques de construcción básicos de la estructura de la madera, abarcando su naturaleza celular microscópica, y pueden ser observadas a simple vista. Para aquellos árboles que forman estas capas, un anillo de crecimiento representa toda la madera formada durante un período de crecimiento (sea este la estación lluviosa, el período de crecimiento o el tiempo entre períodos de floración, etc.), el cual puede distinguirse de la madera formada durante otro período de crecimiento diferente por algunas características anatómicas. Cuando se mira el grano del extremo de una tabla de madera o el corte al final de un tronco, los círculos concéntricos que se pueden ver son muy probablemente anillos de crecimiento. La porción de un anillo de crecimiento formada al comienzo de

Heartwood, sapwood, and pith

When looking at a cut stump or a disc from a tree, there are two basic domains in most woods: the central, darkly colored (and sometimes odiferous) area called heartwood, and the lighter-colored outer strip of wood under the bark, the sapwood (Figure 2). In a living tree, water is conducted only in the sapwood; the heartwood does not participate in this function. Both heartwood and sapwood are involved in the mechanical support of the tree. For commercial timbers, generally only the heartwood is of value, and the sapwood is not desirable. There is no appreciable structural difference between heartwood and sapwood; the difference is one of accumulated biochemicals in the heartwood. We can see that the tree, in addition to using different cells for different functions, also separates some functions in the wood (storage and conduction) at a level that can be easily seen with the naked eye. The center of the tree is called the pith; this is the tissue formed before the first wood is made by the tree.

Growth rings

Another way in which many (but not all) trees separate the three functions of wood is by forming discrete layers of wood with multiple components, each emphasizing a different function. These discrete units of wood are called growth rings (Figure 3), and they represent the basic building blocks of wood structure that span the microscopic, cellular nature of wood and what can be seen with the naked eye. For those trees that form them, a growth ring is all the wood formed during one period of growth (whether that be the rainy season, the growing season, the time between flowerings, etc.) that can be distinguished by some anatomical characteristic from the wood formed during a different growth period. When you look at the end grain of a board or the cut end of a log or a stump, the concentric circles you can see are most likely growth rings. The portion of a growth ring formed at the beginning of the growing season is known as the earlywood, is found closer to the pith, and can be specialized for the conductive function of wood. The portion of the growth ring formed later in the season is called the latewood, is found toward the outside

un período de crecimiento es llamada leño temprano. El leño temprano se encuentra más próxima a la médula y puede estar especializada en la función conductiva. La porción del anillo de crecimiento formada al final del período de crecimiento es llamada leño tardío. Se encuentra hacia la parte exterior del árbol y puede estar especializada en el soporte mecánico. En la mayoría de las maderas no existe una separación obvia de la función de almacenamiento entre el leño temprano y el tardío. En el Capítulo 5 profundizaremos más sobre los leños temprano y tardío, una vez que los diversos tipos de anillos de crecimiento sean explorados como fuentes de caracteres para la identificación, pero antes hay que acotar que al examinar el extremo de una tabla o el corte de un tronco los radios del sistema radial aparecen como líneas perpendiculares a los anillos de crecimiento.

Planos de corte

La relación entre las células del sistema axial y los radios del sistema radial, la forma redonda del tronco de un árbol y la naturaleza concéntrica de los anillos de crecimiento se combinan para dar tres formas esenciales para examinar un trozo de madera. Estas tres vistas se denominan planos de corte o de sección y la comprensión de los mismos es uno de los aspectos más difíciles, pero también absolutamente necesarios, para la identificación de maderas. Refiérase a la Figura 4 mientras se leen los párrafos siguientes.

Hay dos maneras fundamentales de cortar madera: a través del grano y a lo largo del grano. Cuando se corta madera, sea para verla con una lupa de mano o para producir una tabla, el corte más fácil de entender es el que va a través del grano, lo que los madereros hacen cuando talan un árbol. Se trata de un corte transversal, llamado así porque es perpendicular al tronco, y así atraviesa el grano de la madera (a través del sistema axial). La superficie que se ve una vez realizado este corte es el plano transversal de la sección o superficie transversal, también conocida como el final de grano de la madera. Sobre la superficie transversal se puede ver la naturaleza curva de los anillos de crecimiento y la forma en que los radios del sistema radial se disponen perpendiculares a esa curvatura; los radios se ven como líneas rectas que van desde el centro del árbol hasta la corteza. Para entender los otros dos planos de corte, es necesario entender esta relación entre los radios, los anillos de crecimiento y la forma redonda del tronco de un árbol.

La segunda manera fundamental de cortar la madera es a lo largo del grano. Esto produce un corte longitudinal y expone una superficie longitudinal. Aunque es posible cortar a lo largo del grano en cualquier orientación con respecto a los radios y anillos de crecimiento, la estructura de la madera muestra que hay dos formas básicas de corte; puede hacerse un corte paralelo a los radios o perpendicular a éstos. Debido a que los radios y los anillos de crecimiento son perpendiculares entre sí, se podría decir que se puede hacer un corte perpendicular a los anillos de crecimiento, pero no todas las maderas tienen anillos de crecimiento obvios, así que hay que orientarse hablando del corte en referencia a la dirección en que los radios están orientados.

Cuando se corta a lo largo del grano y paralelo a los radios, se produce una superficie radial o plano radial de la sección. Este expone los radios como líneas que cruzan la superficie, pero es de poca utilidad en la identificación de maderas con lupa de mano. Si un pedazo redondo de leño es dividido exactamente a la mitad, de un lado al otro a través del centro del árbol, la superficie plana es una superficie radial.

El más importante para nuestros propósitos es el corte longitudinal perpendicular a los radios, el plano tangencial de la sección o superficie tangencial. Este corte expone los extremos cortados

of the tree, and can be specialized for mechanical support. In most woods, there is no obvious separation of the storage function between the earlywood and latewood. Much more will be said about earlywood and latewood in Chapter 5 when the various kinds of growth rings are explored as sources of characters for identification, but one last comment must be made here: the rays of the radial system appear as lines perpendicular to the growth rings when the end grain of a board or a stump is examined.

The planes of section

The relationship between the cells of the axial system and the rays of the radial system, the round shape of a tree trunk, and the concentric nature of growth rings around the trunk combine to give us three primary ways to view a piece of wood. These three views are known as planes of section, and understanding them is one of the most difficult aspects of, but also absolutely necessary for, wood identification. Refer to Figure 4 as you read the following paragraphs.

There are two fundamental ways to cut wood: across the grain and along the grain. When we cut wood, whether to view it with a hand lens or to produce a board, the easiest cut to understand is the cut across the grain, as loggers do when they fell a tree. This is a transverse cut, so-called because it is perpendicular to the trunk, and thus across the grain of the wood (across the axial system). The surface you see once this cut is made is the transverse plane of section or transverse surface, also known as the end-grain of the wood. On the transverse surface we can see the curving nature of the growth rings and the way in which the rays of the radial system run perpendicular to that curvature; the rays appear as straight lines running from the center of the tree out toward the bark. To understand the other two planes of section, we must understand this relationship between rays, growth rings, and the round form of a tree trunk.

The second fundamental way to cut wood is along the grain; doing this produces a longitudinal cut and exposes a longitudinal surface. Although it is possible to cut along the grain in any orientation with respect to the rays and growth rings, the structure of wood shows us that there are two basic ways to cut it, either parallel to the rays or perpendicular to them. Because the rays and growth rings are perpendicular to each other, it can also be said that we can cut perpendicular to the growth rings, or parallel to them, but not all woods have obvious growth rings, so we will orient ourselves by speaking of the cut in reference to the direction the rays are oriented.

When we cut along the grain and parallel to the rays, we produce a radial surface or radial plane of section. This exposes the rays like lines running across the surface and is little-used in the hand lens identification of wood. If a round piece of firewood is split exactly in half, from one side to the other through the center of the tree, the flat surface is a radial surface.

More important for our purposes is the longitudinal cut made perpendicular to the rays, the tangential plane of section, or tangential surface. This exposes the cut ends of the rays and allows us (in Chapter 5) to understand the size, spacing, and arrangement of the rays. This is the view of wood we would have if we could walk up to a standing tree and tear away the bark to view the wood.

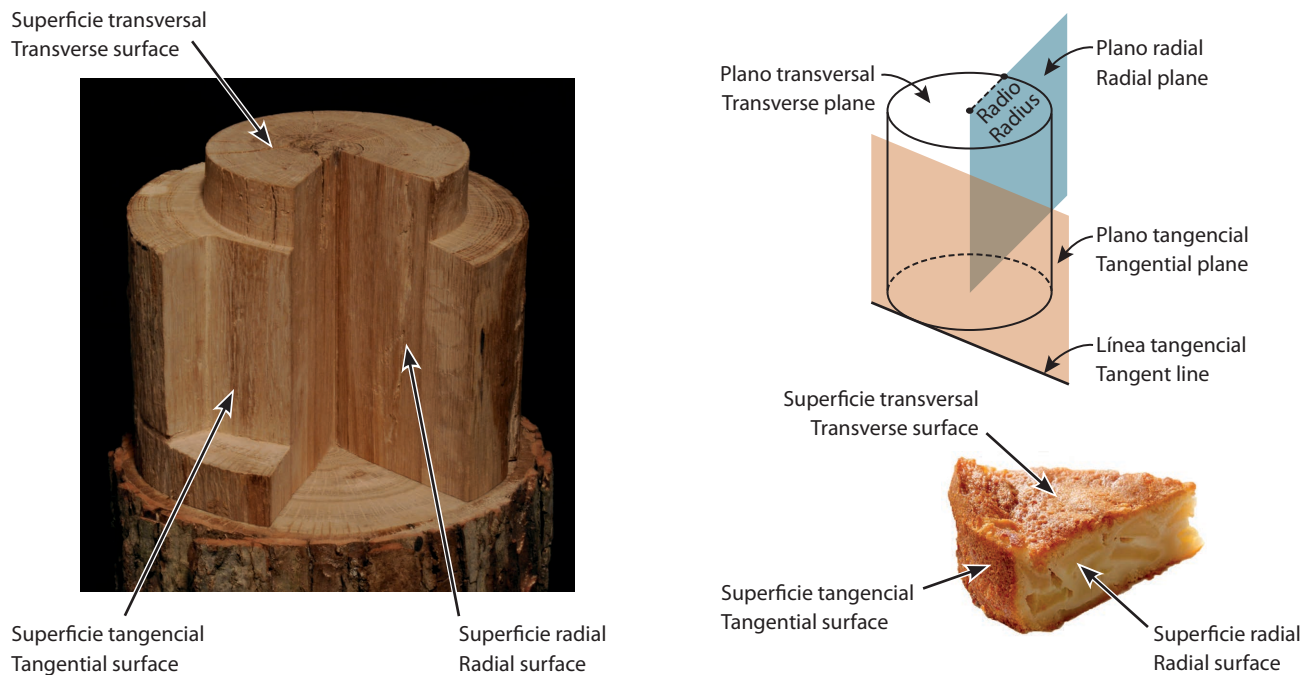


Figura 4. Los planos de corte ilustrados en tres formas diferentes. En la parte superior izquierda hay una fotografía de un tronco pequeño que ha sido cortado a través del grano para exponer la superficie transversal y a lo largo del grano para exponer las superficies radial y tangencial. A la derecha se ilustra la relación entre los planos radial y tangencial de un cilindro simple. En el lado inferior derecho, un pedazo de tarta de frutas muestra los tres planos de corte; el tope y el fondo del pedazo de la tarta representan las superficies transversales. Los lados cortados representan las superficies radiales. La costra exterior curva de la tarta representa la superficie tangencial.

Figure 4. The planes of section illustrated three different ways. In the upper left is a photograph of a small log that has been cut across the grain to expose the transverse surface, and cut along to grain to expose the radial and tangential surfaces. On the right is an illustration showing the relationship between radial and tangential planes in a simple cylinder. On the bottom right, a piece of apple pie shows the three planes of section; the top and bottom of the piece of pie represent transverse surfaces. The cut sides represent radial surfaces. The curved outer crust of the pie represents the tangential surface.

de los radios y permite (en el Capítulo 5) entender el tamaño, espaciado y arreglo de los radios. Esta es la vista de la madera que tendríamos si camináramos hasta un árbol en pie y tiráramos su corteza para ver la madera.

Existen dos analogías muy apropiadas para clarificar estas ideas: la geometría y una tarta de fruta. Para el ejemplo de la geometría se dibuja un círculo. Cualquier línea recta desde el centro del círculo hasta el borde es un radio del círculo. El radio en geometría es equivalente al radio en la madera (de hecho es el origen del nombre del término). Una línea recta que toca un círculo en cualquier punto es llamada tangente y cualquier radio del círculo que se cruza con la tangente es perpendicular a la misma en ese punto. La tangente, a su vez, es paralela al borde del círculo en ese mismo punto. El borde del círculo representa un anillo de crecimiento, el radio del círculo un radio, y así, si nos situamos perpendiculares al radio, estaremos paralelos al anillo de crecimiento. Al extender esta geometría bidimensional del círculo al cilindro tridimensional y extendiendo el radio o la tangente al cilindro de arriba abajo, se produce un plano de sección radial o tangencial, respectivamente.

La segunda analogía es menos precisa, pero tal vez más accesible. Si se comienza con una deliciosa tarta de fruta recién horneada tenemos un objeto redondo. Cuando se corta la tarta para compartirla con la familia hacemos cortes desde el borde de la tarta y a través del centro hasta que se tienen pedazos en forma de cuña. Cada pedazo de tarta muestra los tres planos de corte. Las costras de arriba y de abajo de la tarta son superficies transversales. El relleno de manzana expuesto a lo largo de los dos bordes cortados de cada cuña representa las superficies radiales, y la porción curva exterior de la tarta que estaba contra las paredes del molde es una superficie tangencial curva.

There are two analogies we can use to clarify these ideas—geometry and apple pie. In the geometry example, we draw a circle. Any line from the center of the circle to the edge of the circle is a radius of that circle. The radius in geometry is the ray in wood (and indeed is the source of the term “ray”). A line that touches a circle at one point is called a tangent line, and any radius of a circle that intersects with a tangent line is perpendicular to it at that point. The tangent line is parallel to the edge of the circle at that point. The edge of the circle represents a growth ring, the radius a ray, and thus if we are perpendicular to the ray, we are parallel to the growth ring. By extending this two-dimensional circle geometry to a three-dimensional cylinder and extending either the radius or the tangent line up and down the cylinder, we produce a radial or tangential plane of section, respectively.

The second analogy is less precise but perhaps more broadly accessible. If we start with a freshly baked, delicious apple pie, we have a round object. When we cut the pie to share it with our family, we make cuts from the edge of the pie into and across the center until we have a number of wedge-shaped pie pieces. Each pie piece shows all three planes of section. The top and bottom crusts of the pie are the transverse surfaces. The exposed apple filling along the two cut edges are radial surfaces, and the outer, curved portion of crust that was against the pie pan is a curving tangential surface.

If we identify people we know mostly by facial characteristics, hand lens wood identification uses primarily features on the transverse surface, thus it can be said to be the “face” of wood. For this reason, any reference to the

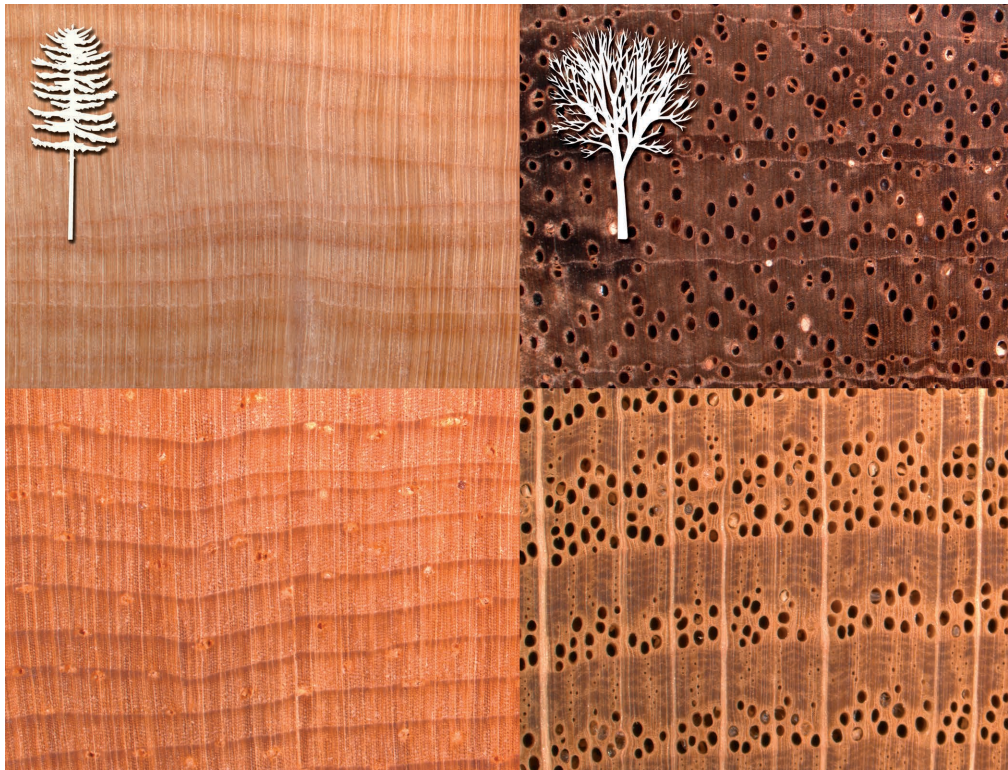


Figura 5. Dos ejemplos de la superficie transversal de maderas blandas y dos ejemplos de maderas duras. A la izquierda, arriba y abajo, están las dos maderas blandas, así como también una silueta de un árbol genérico de madera blanda. A la derecha, arriba y abajo, están las dos maderas duras y una silueta de un árbol genérico de madera dura. Nótese que la estructura de las maderas blandas y las duras es diferente. Aunque no hemos discutido los detalles de estas diferencias, el hecho de que son diferentes debería ser obvio.

Figure 5. Two examples of the transverse surface of softwoods and two examples of hardwoods. On the left, top and bottom, are two softwoods, as well as a silhouette of a generic softwood tree. On the right, top and bottom, are two hardwoods, as well as a generic hardwood silhouette. Note that the structure of softwoods and hardwoods is different. Even though we have not discussed the details of these differences, the fact that they are different should be obvious.

Identificamos a las personas que conocemos principalmente por sus características faciales. La identificación de maderas con lupa de mano se realiza usando principalmente aspectos de la superficie transversal y se dice entonces que esa superficie es la 'cara' de la madera. Por esta razón, cualquier referencia a la apariencia de un carácter será sobre la superficie transversal, al menos que se especifique otra cosa. Se hace poco o nada con la superficie radial, pero la superficie tangencial será crítica para confirmar la identificación de la mayoría de las maderas en este manual. Una vez que se haya leído el resto de este manual, se recomienda visitar estas explicaciones y las figuras hasta que los planos de corte sean entendidos a cabalidad.

Maderas blandas y maderas duras

Los temas hasta ahora tratados en este capítulo se aplican a todas las maderas incluidas en este manual, independientemente de la especie o de su origen. El resto del capítulo está dedicado a establecer algunas distinciones fundamentales entre los diferentes tipos de madera y a entender las bases anatómicas y celulares de sus diferencias.

Hay dos tipos fundamentales de maderas en el mundo, maderas blandas y maderas duras, dependiendo del árbol del cual son producidas. Las maderas duras vienen de árboles latifoliados (de hoja ancha) y con flores, tales como: nogal, encino, guanacaste y pochote. La distinción entre maderas duras y blandas es por lo

appearance of a character will be on the transverse surface unless otherwise stated. We will do little or nothing with the radial surface, but the tangential surface will be critical for confirming the identification of most of the woods in the manual. Once you have read the balance of the manual, please revisit these explanations and figures until you truly understand the planes of section. Though it can be difficult to do, one way to perfect your understanding is to attempt to make careful three-dimensional drawings of the relations between the planes of section without looking at the figures. When you feel confident that you could explain the planes of section to someone else, your command of the material is complete.

Softwoods and hardwoods

The topics we have covered thus far in this chapter are true of all woods in the manual, regardless of species or origin. The remainder of the chapter is devoted to drawing some fundamental distinctions between different kinds of woods and understanding the anatomical and cellular bases for their differences.

There are two fundamental types of wood in the world, softwoods and hardwoods, depending on the type of tree that made the wood. Softwoods come from the needle-leaved and cone-bearing trees like pines, spruces,

tanto una distinción botánica (Figura 5) y en el bosque pueden ser detectadas fácilmente por las diferencias en las características externas del árbol, tales como: forma de la hoja, naturaleza de las estructuras reproductivas (conos vs. flores) y la arquitectura del propio árbol. Además de estos aspectos externos, las células que componen las maderas blandas y las maderas duras son completamente diferentes estructuralmente, y así ambos tipos de maderas pueden distinguirse fácilmente una de otra en el proceso de identificación. Aunque los dos tipos de maderas son estructuralmente distintos (como será explicado en detalle abajo) ambos son aún maderas y proporcionan las mismas tres funciones en el árbol. Ambos tipos presentan sistemas axial y radial, duramen y albura, anillos de crecimiento y pueden ser cortados para producir planos de corte transversal, radial y tangencial. Muchas especies de las maderas blandas y duras dividen la labor de las tres funciones de acuerdo al tipo de célula presente en cada una y la manera en que los anillos de crecimiento son formados al árbol. Las células en la madera pueden estar muertas (un tipo de célula en maderas blandas, dos tipos de células en las duras) o vivas en su madurez funcional. En ambas maderas, blandas y duras, las células vivas son llamadas células del parénquima y están involucradas en la función de almacenamiento. Las células del parénquima pueden ser una parte del sistema axial y constituyen prácticamente la totalidad de las células del sistema radial (i.e. los radios están compuestos de células del parénquima) en ambos tipos de maderas.

Anatomía celular específica de las maderas blandas

La anatomía celular de maderas blandas es menos compleja que la de las maderas duras (Figura 6). El sistema axial está formado predominantemente por un tipo de célula, la traqueida, la cual sirve al árbol tanto en la conducción de agua y en el soporte mecánico. Las traqueidas se presentan como células muertas en su madurez funcional. Vistas con una lupa de mano, las traqueidas aparecen como pequeñas cajas o rectángulos. En especies con anillos de crecimiento obvios, las traqueidas del leño temprano tienen típicamente paredes celulares delgadas y los espacios abiertos de las células, lumina, pueden verse como centros oscuros. En dichas especies, las paredes celulares del leño tardío son mucho más gruesas y a menudo el espacio interior de las células no puede verse (Figura 6, arriba). El segundo, y menos predominante, tipo de célula en el sistema axial de las maderas blandas es el parénquima axial, el cual se caracteriza por la presencia de células solitarias dispersas o formando estructuras especiales llamadas canales resiníferos. Los canales resiníferos se discuten en el Capítulo 5 como un carácter importante para la identificación de maderas blandas. El sistema radial, como en todas las maderas, está compuesto por células del parénquima radial. Es imposible ver células del parénquima radial de maderas blandas con una lupa de mano, pero los radios que éstas forman son ligeramente visibles como líneas rectas perpendiculares a los anillos de crecimiento. Los radios en maderas blandas son generalmente de una célula de espesor y es por eso que son apenas visibles.

Anatomía celular específica de las maderas duras

La anatomía de las maderas duras es más compleja que la de las maderas blandas debido a la presencia de tres tipos principales de células en el sistema axial: vasos, parénquima axial y fibras (Figura 6, abajo). Los vasos son los tipos de células característicos de las maderas duras; en este manual todas las maderas duras tienen vasos y ninguna madera blanda posee vasos. Por lo tanto, la presencia de vasos es una prueba definitiva de que la madera es del tipo madera dura. Los vasos son células muertas especializadas en la conducción de agua y son generalmente mucho más

firs, cedars, and podocarps. Hardwoods come from the broad-leaved and flower-bearing trees like nogal, encino, guanacaste, and pochote. The distinction between hardwoods and softwoods is thus a botanical one (Figure 5) and in the forest can most easily be seen by differences in external characteristics like leaf shape, the nature of the reproductive structures (cones vs. flowers), and the architecture of the tree itself. In addition to these external features, the cells that comprise the wood of softwoods and hardwoods are quite different structurally, and thus hardwoods and softwoods are easily distinguishable from each other in the process of wood identification. Though softwoods and hardwoods are structurally distinct (as will be explained in detail below) both are still wood and thus serve the same three functions for the tree. They have axial and radial systems, heartwood and sapwood, and growth rings, and they can be cut to produce transverse, radial, and tangential planes of section. Many species of both softwoods and hardwoods divide the labor of the three functions according to the kinds of cells in each and the ways in which the growth rings are formed by the tree. Cells in wood are either dead at functional maturity (one type of cell in softwoods, two types of cells in hardwoods) or are alive at functional maturity. In both softwoods and hardwoods, these living cells are called parenchyma cells and in both types of wood are involved in the storage function of wood. Parenchyma cells can be a part of the axial system of both softwoods and hardwoods, and make up virtually all the cells in the radial system (that is, rays are composed of parenchyma cells) in both types of wood.

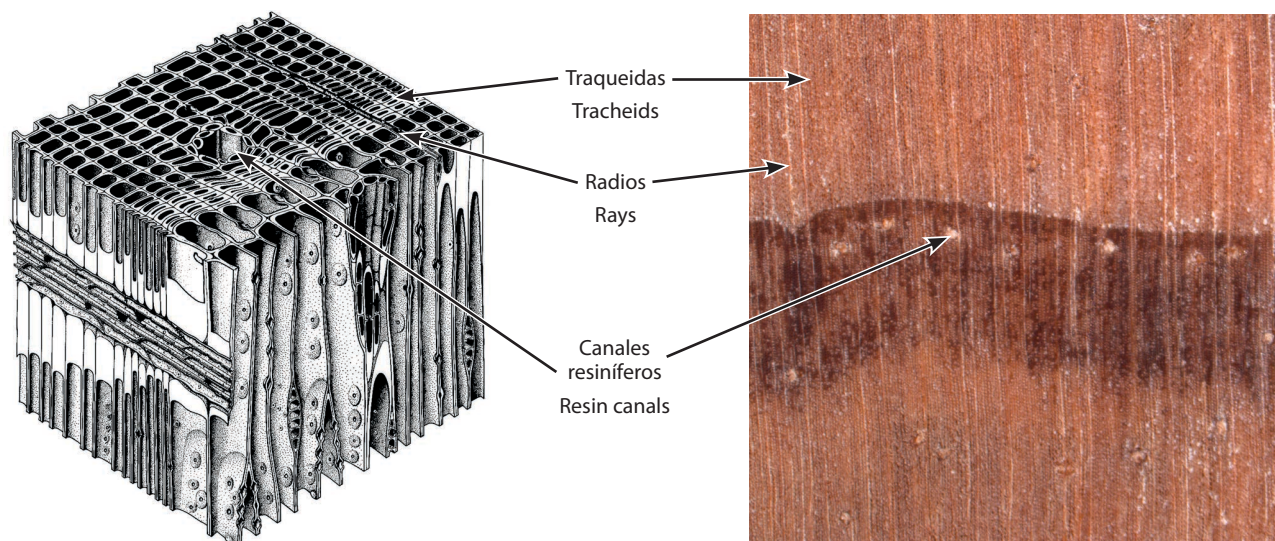
Specific cellular anatomy of softwoods

The cellular wood anatomy of softwoods is simple compared to that of hardwoods (Figure 6). The axial system is formed predominantly of one kind of cell, the tracheid, which serves the tree both in the conduction of water and in mechanical support and is dead at functional maturity. With a hand lens, tracheids appear as small boxes or rectangles. In species with obvious growth rings, the earlywood tracheids are typically thin-walled and the open spaces in the cells, the lumina, can be seen as dark centers. In such species, the cell walls of the latewood are much thicker and often the lumina of the cells cannot be seen (Figure 6, top). The second and less prevalent cell type in the axial system of softwoods is axial parenchyma, either as scattered solitary cells or forming special structures called resin canals. Resin canals are discussed in Chapter 5 as an important character for the identification of softwoods. The radial system, as in all woods, is composed of ray parenchyma cells. It is not possible to see individual softwood ray parenchyma cells with a hand lens, but the rays they compose are faintly visible as straight lines running perpendicular to the growth rings. Rays in softwoods are generally only one cell wide, and this is why they appear only faintly.

Specific cellular anatomy of hardwoods

The cellular wood anatomy of hardwoods is more complex than that of softwoods because there are three main cell types in the axial system: vessels, axial parenchyma, and fibers (Figure 6, bottom). Vessels are the characteristic cell type of hardwoods; all hardwoods in the manual have vessels, and no softwoods in the manual have them, thus the presence of vessels is definitive proof that a wood is a hardwood. Vessels are dead cells specialized for water

Maderas blandas • Softwoods



Maderas duras • Hardwoods

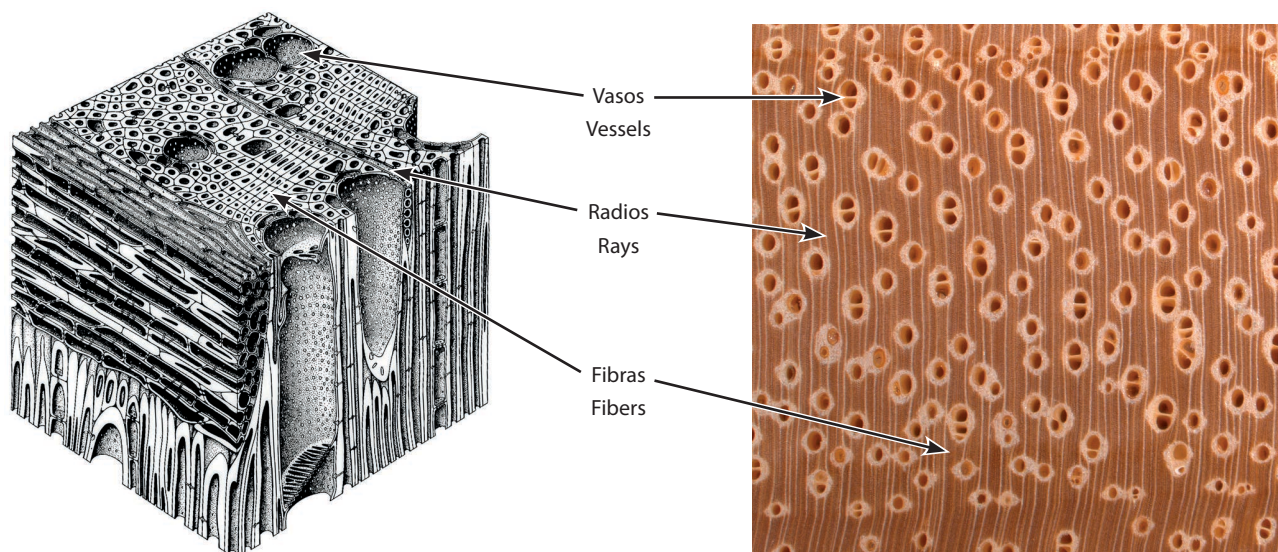


Figura 6. Diferencias anatómicas entre maderas blandas (arriba) y maderas duras (abajo). Las maderas blandas están compuestas principalmente de traqueidas y radios (imagen de la derecha). Las traqueidas pueden ser de paredes delgadas en el leño temprano y de paredes gruesas en el leño tardío. Los radios están dispuestos verticalmente en la imagen. La ilustración de la izquierda muestra más detalles y está dibujada a una mayor magnificación que la imagen producida de una madera blanda (derecha) vista con lupa. Ambas imágenes muestran canales resiníferos. Las maderas duras son estructuralmente más complejas que las maderas blandas, presentando vasos, fibras, parénquima axial y radios. Los vasos son los agujeros oscuros dispersos en la madera. Los radios son las líneas dispuestas verticalmente en la imagen. El parénquima axial en esta madera aparece como halos redondeados de color claro alrededor de los vasos. Las fibras son demasiado pequeñas para ser observadas individualmente, pero forman el tejido marrón en el cual las otras células están embebidas. Como en el caso de las maderas blandas arriba, la ilustración a la izquierda se presenta a una magnificación mayor que la observada con lupa de mano a la derecha. Nótese que en esta madera dura, no hay distinción clara entre leño temprano y leño tardío. Esto es discutido en mayor detalle en el Capítulo 5.

Figure 6. Anatomical differences between softwoods (top) and hardwoods (bottom). Softwoods are composed mostly of tracheids, which can be thin-walled in the earlywood and thick-walled in the latewood, and rays running vertically in the image on the right. The illustration on the left shows more detail and is drawn at a higher magnification than the hand-lens view of a softwood on the right. Shown in both images are resin canals. Hardwoods are structurally more complex than softwoods, with vessels, fibers, axial parenchyma, and rays. The vessels are the dark holes scattered throughout the wood. The rays are the lines running vertically in the image. The axial parenchyma in this wood appears as light-colored, round halos around the vessels. The fibers are too small to see individually, but form the brown tissue in which the other cells are embedded. As with the softwood above, the illustration on the left is presented at a higher magnification than the hand-lens view on the right. Note that in this hardwood, there is no clear distinction between earlywood and latewood. This is discussed in more detail in Chapter 5.

grandes y redondos que las traqueidas de las maderas blandas. Los vasos se muestran como tubos o huecos en la madera y el entendimiento de la variación de su estructura, tamaño, distribución y proporciones relativas es un componente importante en la identificación de maderas duras.

Las células del parénquima axial en maderas duras son, como todas las células de parénquima, células vivas cuando están funcionales en un árbol. El parénquima axial en maderas duras es mucho más común y su distribución mucho más compleja que el de maderas blandas. Es sólo visible generalmente con una lupa de mano cuando se encuentra en grupos de muchas células parenquimáticas. Se ve generalmente como un tejido de color claro. Junto con las variaciones en las características de los vasos, la cantidad, distribución y el tipo de parénquima axial presente en una madera es uno de los principales conjuntos de caracteres usados en la identificación de maderas duras.

Las fibras son células muertas de paredes gruesas especializadas en el soporte mecánico. Las fibras individuales no son normalmente visibles con una lupa de mano, pero en cualquier madera dura, las fibras generalmente constituyen un gran porcentaje de las células visibles. Aunque esta es una forma torpe de describir su apariencia, las fibras son más fácilmente visibles y entendidas por sustracción. Las células del sistema axial que no son vasos ni parénquima axial son las fibras.

El sistema radial de las maderas duras está constituido por el parénquima radial, y como en el caso de las maderas blandas, es imposible discernir las células de parénquima individuales en los radios. En contraste con las maderas blandas, las maderas duras tienen una variación enorme en el ancho de los radios, yendo desde radios de una célula difíciles de distinguir (como en las maderas blandas) hasta radios de más de 60 células de ancho y fácilmente visibles a cierta distancia y a simple vista.

Uso de nombres científicos

De ahora en adelante este manual hace uso de nombres científicos para las maderas en vez de los nombres comunes utilizados en el comercio maderero. Aunque parezca contraintuitivo, los poco familiares nombres científicos se usan para minimizar confusión y su uso no debe suponer una carga para el usuario. La razón es simple; la misma especie puede tener uno o más nombres comunes o comerciales en cada país donde crece a lo largo de Centroamérica. Sería, por lo tanto, casi imposible usar todos los nombres comunes en todos los países centroamericanos cada vez que se hace referencia a una especie. Para aumentar la confusión, los mismos nombres comunes pueden ser aplicados a maderas completamente diferentes en diferentes países. La confusión que esto crearía fácilmente supera el esfuerzo que supone el aprendizaje y uso de nombres científicos.

Los nombres científicos están formados por dos palabras: un nombre genérico y un epíteto específico. Ambos, género y epíteto específico, son colocados en letra cursiva o subrayados en un texto impreso. El nombre del género es la primera de las dos palabras y siempre va con la primera letra en mayúscula. El epíteto específico es la segunda palabra y se escribe todo en minúsculas. Los nombres científicos dan información acerca de las especies en cuestión de la misma forma que nuestros nombres dan información a otras personas acerca de nosotros y nuestras relaciones. Por ejemplo, mi nombre es Alex Wiedenhoef; Wiedenhoef es mi apellido y debido a la tradición en los Estados Unidos éste proporciona información sobre el apellido de mi padre. Alex es mi nombre de pila y éste me distingue de otros miembros de mi familia, ninguno de los cuales se llama Alex. En los nombres científicos, el nombre genérico (o género) es como un apellido; éste designa al grupo de especies más relacionadas al

conduction and are generally much larger and rounder than tracheids in softwoods. They appear as round pipes or holes in the wood, and understanding the variation in their structure, size, distribution, and relative proportions is a major component of hardwood identification.

Axial parenchyma cells in hardwoods are, as with all parenchyma cells, living cells when functioning in the tree. Axial parenchyma in hardwoods is much more common, and its distribution much more complex, than in softwoods. Axial parenchyma is generally visible only with a hand lens when it occurs in groups of many parenchyma cells. It is generally seen as a lighter-colored tissue. Along with variations in vessel characteristics, the amount, distribution, and type of axial parenchyma present in a wood is one of the major sets of characters used in hardwood identification.

Fibers are dead, thick-walled cells specialized for mechanical support. Individual fibers are not usually visible with a hand lens, but in any given hardwood, fibers usually form a large percentage of the visible cells. Though it is an awkward way to describe their appearance, fibers are most easily seen and understood by subtraction; if you are looking at cells of the axial system that are not vessels or axial parenchyma, they are fibers.

The radial system of hardwoods is composed of ray parenchyma, and as with softwoods, it is usually not possible to discern individual ray parenchyma cells. Unlike softwoods, hardwoods have a tremendous variety of ray widths, ranging from rays one cell wide and barely visible (as in softwoods) to rays more than 60 cells wide and easily seen at a distance with the naked eye.

Understanding scientific names

From this point forward, this manual uses scientific names for woods, rather than their common or trade names. Although it may seem counterintuitive, using the unfamiliar scientific names is done to minimize confusion, not to place a burden on you. The reason for this is simple: the same species can have one or more common or trade names in every country in which it grows, and this manual is intended to be used across Central America. It would be nearly impossible to use all the common names in all Central American countries every time I refer to a species. Adding to the confusion is that the same common names can be applied to completely different woods in other countries. The confusion this would create would easily exceed the burden of learning to use scientific names.

Scientific names are made of two words, a genus name and a specific epithet. Both the genus and the specific epithet are italicized or underlined when printed. The genus name is the first word of the two and is always capitalized. The specific epithet is the second word of the two and is not capitalized. Scientific names give you information about the species in question in much the same way that your name gives others information about you and your relations. For example, my name is Alex Wiedenhoef; Wiedenhoef is my surname, and because of traditions in the United States, this gives you information about the surname of my father. Alex is my given name, and this distinguishes me from other members of my family, none of whom are named Alex. In scientific names, the genus name (or genus) is like my surname; it designates the group to which the species most closely belongs. The specific epithet

cual una especie dada pertenece. El epíteto específico es como un nombre de pila, distinguiendo a la especie de todas las otras en el mismo género.

Para la caoba de hoja ancha el nombre científico es *Swietenia macrophylla*. La palabra *Swietenia* es el nombre del género y la palabra *macrophylla* es el epíteto específico. Hay otras dos especies en el género *Swietenia*, *S. mahagoni* y *S. humilis*. Se puede ver en este ejemplo que cuando se mencionan especies adicionales del mismo género se abrevia el nombre genérico colocando un punto después de la letra inicial en mayúscula y omitiendo el resto de la palabra. Esto se hace sólo después de que el género ha sido ya mencionado una vez y es una convención que ahorra espacio. Podemos notar también que no fue escrito “Hay otras dos especies en el género *Swietenia*, *mahagoni* y *humilis*.” Aunque hubiera sido claro que se estaba hablando de las especies de *Swietenia*, en otros casos esto podría llevar a una confusión parecida al caso en que yo usara mi nombre de pila, Alex, ya que no es suficientemente específico para distinguirme de todos las otras personas que tienen ese mismo nombre de pila. Si mi apellido fuera uno más común como, por ejemplo, Smith, habría probablemente cientos o miles de personas llamadas Alex Smith en el mundo. Esta confusión es evitada en el caso de los nombres científicos por una regla simple; la misma combinación de nombre genérico y epíteto específico no puede ser usada para referirse a más de una especie. En consecuencia, hay una sola *Swietenia macrophylla* y su nombre científico nunca puede ser confundido con el de cualquier otra especie.

El aprendizaje del uso correcto de los nombres científicos nos da la facultad de comunicarnos con precisión. Por ejemplo, si yo digo que *Swietenia* tiene madera dura marrón o rojiza, significa que las tres especies tienen esta característica. Debido a que no es posible separar las tres especies de *Swietenia* usando anatomía de madera, cuando se identifica un espécimen y se escribe la identificación, se coloca *Swietenia* sp. La notación sp. (sin itálicas) indica que el espécimen es representativo de una de las especies del género *Swietenia*, pero no se sabe cual. Si hubiera sabido cual, usaría el epíteto específico de la especie para eliminar cualquier confusión. Si se identifican varios especímenes de madera y se sospecha que puede haber más de una especie presente, se escribe *Swietenia* spp. La notación spp. (también sin itálicas) indica que hay más de una especie presente en la muestra. De la misma manera, si alguien tuviese una caja de madera con muestras de las tres especies, la caja se etiquetaría *Swietenia* spp., indicando que hay dos o más especies de *Swietenia* en la caja.

Algunas veces el grupo al que una madera pertenece está entre el nivel de especie y de género. Esto es común en géneros con muchas especies, o en géneros donde la madera de las diferentes especies es dramáticamente diferente. Por ejemplo, el género *Pinus* tiene muchas especies distribuidas en el hemisferio norte y diversos grupos de especies poseen diferentes características anatómicas. Por ejemplo, *Pinus caribaea* es una especie que pertenece al grupo pino amarillo, por lo tanto su identificación puede ser reportada como *Pinus* sp., pino amarillo, porque aunque se pudo determinar que no es miembro del grupo pino rojo, no se pudo determinar la especie exacta dentro del grupo pino amarillo. Estos (pino amarillo, pino rojo) no son términos científicos especiales o convenientes de usar, pero es de mucha utilidad combinar el nombre científico con esta información adicional escrita en lenguaje corriente para indicar el nivel de especificidad en la identificación.

is like a given name, distinguishing that species from all others in the genus.

For bigleaf mahogany, the scientific name is *Swietenia macrophylla*. The word *Swietenia* is the genus name, and the word *macrophylla* is the specific epithet. There are two other species in the genus *Swietenia*, *S. mahagoni* and *S. humilis*. Note that when I listed additional species in the genus, I abbreviated the genus name by placing a period after the first letter and omitting the rest of the word. This is done only after the genus has been spelled out already and is a convention that saves space. Note also that I did not write “There are two other species in the genus *Swietenia*, *mahagoni* and *humilis*.” Although it would have been clear that I was talking about species of *Swietenia*, in other cases such a shortcut might lead to confusion in much the same way as using only my given name, Alex, is not specific enough to distinguish me from all the other people with that given name. If my surname were a more common name such as Smith, there would likely be hundreds or thousands of other people named Alex Smith in the world. Such confusion is prevented in scientific names by a simple rule: the same combination of genus name and specific epithet may not be used to refer to more than one species. Thus, there is only one *Swietenia macrophylla*, and its scientific name can never be confused with that of any other species.

Learning to use scientific names correctly empowers you to communicate precisely. For example, if I tell you that *Swietenia* has brown or reddish brown heartwood, it means that all three species have this characteristic. Because it is not possible to separate the three species of *Swietenia* by wood anatomy, when I identify a specimen and write down my identification, I write *Swietenia* sp. The sp. notation (not italicized) indicates that the specimen is a representative of one of the species in the genus *Swietenia*, but I don't know which one; if I knew which one, I would use the specific epithet of that species and eliminate all confusion. If I identify several specimens of wood and I suspect there may be more than one species present, I write *Swietenia* spp. The spp. (also not italicized) notation indicates more than one species is known to be present. Likewise, if you give me a box of wood with specimens of all three species, I would label the box *Swietenia* spp., indicating that there were two or more species of *Swietenia* in the box.

Sometimes the group to which a wood belongs is between the level of species and genus. This is common in genera (the plural of genus) with many species, or in genera where the wood of different species is dramatically different. For example, the genus *Pinus* has many species scattered across the northern hemisphere and different groups of species have different anatomical characteristics. For example, *Pinus caribaea* is a species that belongs to the yellow pine group, and so I would report its identity as *Pinus* sp., yellow pine group, because though I can determine it is not a member of the red pine group, I cannot determine the exact species within the yellow pine group. There is no special or convenient scientific word to use, so I blend the scientific name with additional information written in plain language to indicate the proper level of specificity in the identification.

Identificación de las Especies Maderables de Centroamérica

Identification of Central American Woods

Alex C. Wiedenhoeft, Ph.D.
Center for Wood Anatomy Research
Forest Products Laboratory
USDA Forest Service
Madison, Wisconsin USA



Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva del autor y no necesariamente representan las opiniones del Servicio Forestal USDA o de la Sociedad de Productos Forestales.

© 2011 Sociedad de Productos Forestales.
Publicación #7215-11
ISBN 978-1-892529-58-9

Todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, su almacenamiento en sistemas de recuperación o su transmisión, en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, a través de fotocopias, o de cualquier otra manera, sin la autorización previa del dueño de los derechos de autor. A los lectores individuales y a las bibliotecas sin fines de lucro les está permitido el uso razonable de este material tal como fotocopiar un artículo para ser utilizado en docencia o investigación. La reproducción de una o múltiples copias de figuras, tablas, extractos o artículos enteros, requiere la autorización de la Sociedad de Productos Forestales y puede requerir la autorización de uno de los autores originales.

Impreso en los Estados Unidos de América.

The opinions expressed are those of the author and do not necessarily represent those of the USDA Forest Service or the Forest Products Society.

Copyright © 2011 by the Forest Products Society.
Publication #7215-11
ISBN 978-1-892529-58-9

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, or otherwise, without prior written permission of the copyright owner. Individual readers and nonprofit libraries are permitted to make fair use of this material such as to copy an article for use in teaching or research. To reproduce single or multiple copies of figures, tables, excerpts, or entire articles requires permission from the Forest Products Society and may require permission from one of the original authors.

Printed in the United States of America.