

# 5

## Caracteres básicos usados en la identificación de maderas con lupa de mano Basic characters used in the identification of wood with a hand lens

Los caracteres presentados en este capítulo representan el conjunto mínimo de términos y conceptos necesarios para desarrollar la habilidad y la competencia en la identificación de maderas usando una lupa de mano. Esta lista no pretende ser exhaustiva, ni está en total acuerdo con los caracteres usados por otros autores en otras referencias o en la anatomía microscópica tradicional de maderas. Las formas en que estos caracteres y definiciones se desvían de los de otros autores no son relevantes para nuestros propósitos, pero es importante notar que si usamos otras referencias para la identificación de maderas, debemos comparar las definiciones de diferentes autores con las aquí aprendidas. He escogido este enfoque basado en mi experiencia enseñando identificación de maderas con lupa de mano durante varios talleres en América Central, Asia y los Estados Unidos. La intención es racionalizar el proceso de aprendizaje y comenzar a trabajar con especímenes de madera reales lo más pronto posible. A medida que usemos este manual en el campo, sin duda encontraremos caracteres en las especies que no son tratadas aquí. Tomemos nota de lo que observamos y comparemos estas observaciones con los caracteres esbozados abajo. Si, luego de un estudio y observación cuidadosos, estuviéramos seguros de que hemos encontrado algo no descrito aquí, sería excelente. Significa que hemos aprendido no solo el significado de los caracteres incluidos en este manual, sino también que hemos obtenido el conocimiento suficiente para reconocer que lo que estamos viendo es algo nuevo. Si queremos aprender más sobre otros caracteres y sobre maneras de identificar maderas, podemos consultar los recursos descritos en el Capítulo 8.

### Caracteres no anatómicos en la identificación de maderas

Los caracteres usados en la identificación de maderas son principalmente anatómicos, pero hay algunos aspectos no anatómicos a los cuales se hará referencia en la clave de identificación (Capítulo 6) y las páginas de descripción de especies (Capítulo 7). Estos caracteres no anatómicos incluyen: color, brillo, olor, densidad y dureza, regularidad del grano y fluorescencia.

#### Color

El color en la madera se refiere al color del duramen (Figura 1), y es un tópico difícil de discutir por varias razones. El color del duramen en un tronco recién talado puede ser completamente

The characters presented in this chapter represent the minimal set of terms and concepts necessary to build skill and proficiency in wood identification with a hand lens. This list is not exhaustive, nor is it in complete agreement with the characters used by other authors, in other

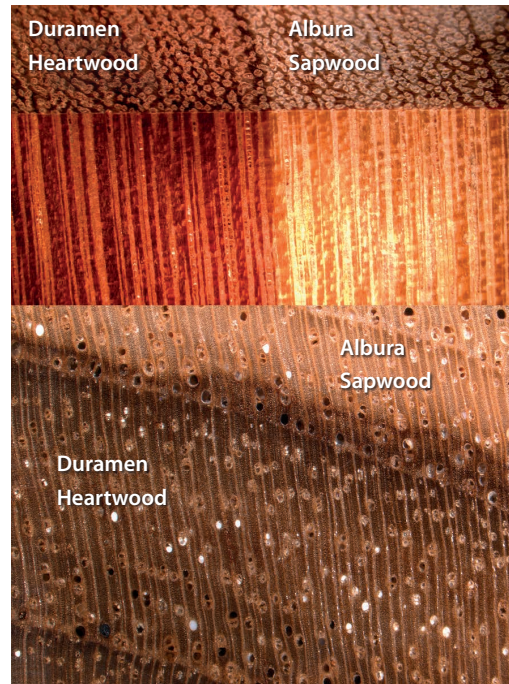


Figura 1. El color del duramen es producto de los químicos depositados por el árbol a medida que este madura. La imagen superior muestra la transición duramen–albura; la albura es de color más amarillo y el duramen rojizo. La imagen inferior muestra una transición duramen–albura en otra madera; la albura es blancuzca y el duramen marrón fuerte.

Figure 1. Heartwood color is derived from chemicals deposited by the tree as it matures. The top image shows the heartwood–sapwood transition; the sapwood is yellower in color, and the heartwood reddish. The bottom image shows a heartwood–sapwood transition in another wood; the sapwood is whitish, and heartwood a rich brown.

references, or in traditional microscopic wood anatomy. The ways in which these characters and definitions deviate from other authors' are not important for our purposes, but it is important to note that if you also use other wood identification references, you must compare those authors' definitions of characters to those you learn here. I have chosen this approach based on my experiences teaching hand lens wood identification at various workshops in Central America, Asia, and the United States. The intent is to streamline the learning process and have you working with real wood specimens as quickly as possible. As you use this manual in the field, you will doubtless come across characters from species not covered here; make note of what you see and compare it to the characters outlined below. If, after careful study and observation, you are certain you have found something not described here, that is excellent; it means you have learned not only the meaning of the characters, but also have gained wisdom sufficient to understand that you are seeing something new to you. If you wish to learn more about additional characters and ways of identifying wood, you can seek the resources described in Chapter 8.

### Non-anatomical characters in wood identification

The characters used in wood identification are primarily anatomical ones, though there are some non-anatomical features that will be referenced in the identification key (Chapter 6) and the species description pages (Chapter 7). These non-anatomical characters include color, luster, odor, density and hardness, regularity of grain, and fluorescence.

#### Color

Color in wood usually refers to the heartwood color (Figure 1) and is a difficult topic to discuss for several reasons. The heartwood color in a freshly felled log may be

diferente al color del duramen una vez que la madera ha sido secada y procesada. Muchas maderas cambian de color con el tiempo y con la exposición a la luz (e.g. *Swietenia* y *Hymenaea*), aún después de haber sido secadas y procesadas. Puede existir también una variabilidad biológica significativa (una gama de colores amplia) en el color de una determinada especie maderera. Algunas especies poseen vetas de color características en todo el duramen, pero estas no están siempre representadas en especímenes pequeños. Una complicación adicional es que la gente ve los colores de manera diferente, y las palabras para describir el color, a menudo, no significan exactamente la misma cosa para diferentes personas. Por estas razones, la información presentada en relación al color debe interpretarse de una manera aproximada.

### **Brillo**

El brillo es una propiedad de algunas maderas que, como el color, puede ser difícil de definir y describir. El brillo puede ser definido como la manera especial en que la luz se refleja en la superficie de un bloque de madera dándole una apariencia lustrosa o sedosa. Es casi imposible capturar el brillo de la madera en fotografías, y la apariencia del brillo también depende de la forma de la madera. Si la madera está en forma de trozos o cortada en bruto en un aserradero, aún una especie con brillo no exhibirá este carácter. Tablas lisas, planas o lijadas, generalmente, mostrarán brillo si provienen de especies que poseen ese carácter. Entre las maderas comunes que poseen brillo tenemos: *Swietenia*, *Khaya*, *Carapa*, *Enterolobium* y *Cedrela*. Entre las que no poseen brillo están: *Pinus*, *Bombacopsis*, *Brosimum*, *Quercus* y *Eucalyptus*. La mejor forma de aprender a identificar el brillo en la madera es observar muchos especímenes de especies con brillo y compararlos con los de especies sin brillo.

### **Olor**

El olor de la madera es otro carácter no anatómico que puede ser valioso, pero al mismo tiempo difícil de describir. Al igual que con el color, diferentes personas percibirán el olor de la misma madera de manera diversa, y puede existir una variabilidad significativa en la intensidad del olor de la madera. Generalmente, el olor no es un carácter importante y debería ser usado al final de la identificación, cuando todos los caracteres anatómicos hayan sido observados y comparados con las imágenes en las páginas de descripción de especies en el Capítulo 7.

### **Densidad y dureza**

La densidad y la dureza están relacionadas con las propiedades físicas de la madera. La densidad describe el peso o la masa de un espécimen en relación a su volumen y la dureza nos da información sobre cuán fácil o difícil es cortar o mellar la madera. La densidad aparente de un pedazo de madera se ve afectada por la cantidad de humedad presente en el espécimen. La madera dejada a la intemperie se empapará de agua con la lluvia y parecerá más densa que la madera de la misma especie secada adecuadamente. Por esta razón, es mejor usar la densidad como un carácter solo cuando la madera es claramente muy densa o de densidad muy baja. La mayoría de las maderas son de una densidad media o densidad promedio y en esas especies la densidad no es un carácter útil. Lo mismo pasa con la dureza. Si la madera es fácil de mellar con nuestra uña, la madera es blanda; si la madera no es fácil de mellar entonces es dura. Recordemos que dureza o blandura son propiedades físicas de la madera y no tienen nada que ver con las categorías de “maderas duras” o “maderas blandas”, términos que se refieren al origen botánico de la madera y al tipo de células presentes en la misma. Hay varias maderas duras en este manual que son de baja densidad y blandas, y varias maderas

quite different from the color of the heartwood once the wood has been dried and processed. Many woods change color over time and with exposure to light (e.g., *Swietenia* and *Hymenaea*) even after they are dried and processed. There can also be significant natural biological variability (a wide range of colors) in the color of a given species or timber. Some species have characteristic streaks of color throughout the heartwood that are not always present in small specimens. A further complication is that people see colors differently, and words to describe color often do not mean exactly the same thing to different people. For these reasons, the information presented about the color of woods should be interpreted loosely.

### **Luster**

Luster is a property of some woods that, like color, can be difficult to define and describe. Luster can be defined as a special way in which light reflects from the surface of a block of wood and makes it appear somewhat shiny or silky. It can be nearly impossible to capture photographs of luster in wood, and the appearance of luster also depends on the form of the wood. If the wood is in log form, or is rough-cut by a sawmill, even species with luster will not show this character. Smooth, planed, or sanded boards will generally show luster if they are a species that has this character. Some common timbers with luster are *Swietenia*, *Khaya*, *Carapa*, *Enterolobium*, and *Cedrela*. Common timbers that lack luster are *Pinus*, *Bombacopsis*, *Brosimum*, *Quercus*, and *Eucalyptus*. The best way to learn to identify luster in wood is to see many specimens of species that have luster and compare them to species that lack it.

### **Odor**

Odor in wood is another non-anatomical character that can be both valuable and difficult to describe. As with color, different people will perceive the odor of the same wood differently, and there can be significant variability in the strength of the odor of wood. Generally speaking, odor is not a strong character, and should only be used at the end of an identification, when all anatomical characters have been observed and compared to the images in the species description pages in Chapter 7.

### **Density and hardness**

Density and hardness are related physical properties of wood. Density describes the weight or mass of a specimen compared to its volume, and hardness gives information about how easy or difficult it is to cut or dent the wood. The apparent density of a piece of wood is affected by the amount of moisture in the specimen; wood left out in the rain will soak up water and seem denser than wood of the same species that has been properly dried. For this reason, density is best used as a character only when wood is clearly quite high or quite low density. Most woods are of a medium or average density, and in such species density is not a useful character. The same thing is true of hardness; if the wood is easy to dent with your fingernail, it is soft. If you cannot dent it with your fingernail, it is hard. Remember that hardness or softness are physical properties of the wood, and have nothing to do with whether the wood is a softwood or a hardwood, terms that refer to the botanical origin of the wood, and the kinds of cells you will see in them. There are several hardwoods in this manual that are low density and soft and several softwoods that are

blandas que son de alta densidad y duras. Por ejemplo, muchas de las especies de *Pinus* en el manual son de alta densidad y duras, pero están en la categoría de maderas blandas. Asimismo, *Gmelina* es una madera dura, pero es blanda.

### **Regularidad del grano**

La regularidad del grano se refiere a si las células del sistema axial de la madera son onduladas, entrelazadas o rectas. El grano ondulado se presenta cuando las células del sistema axial van de arriba abajo en el tronco del árbol con ondulaciones hacia atrás y hacia adelante de 1–2 cm. El grano entrelazado se produce cuando las células del sistema axial no corren perfectamente rectas de arriba a abajo en el árbol, sino que crecen curvándose hacia la derecha del tronco por varios años, luego se curvan hacia la izquierda por varios años y nuevamente hacia la derecha. Esta alternancia de la curvatura produce una madera que puede ser muy atractiva (especialmente en especies con brillo como *Khaya*, donde el grano entrelazado es común), pero es también difícil de procesar y a veces problemática de preparar para la observación con lupa de mano, porque el ángulo del grano en una parte del espécimen es, a menudo, muy diferente al ángulo en otra parte. En las maderas de grano recto, éste nunca es ondulado o entrelazado; las células del sistema axial son rectas y corren de arriba abajo en el tronco casi verticalmente.

### **Fluorescencia**

Un último carácter no anatómico es la fluorescencia. Si iluminamos la madera con una lámpara UV (ya sea una pequeña lámpara portátil o un modelo grande de laboratorio), algunas maderas producirán fluorescencia. Es decir, la luz ligeramente purpúrea o luz UV invisible es absorbida por el espécimen y un color diferente (usualmente amarillo verdoso) es emitido por la madera. Además, algunas maderas poseen extractos que son fluorescentes solo cuando están disueltos en agua. Para estas maderas, unas pocas virutas de madera se colocan en pequeños viales de vidrio con 5–10 ml de agua y luego se ilumina el vial con luz UV. La fluorescencia del extracto acuoso es generalmente de un color azulado. La mayoría de las maderas carecen tanto de la fluorescencia superficial como de la fluorescencia del extracto acuoso. Por lo tanto, la fluorescencia puede ser un carácter muy fuerte para confirmar una identificación, una vez que una determinación inicial haya sido realizada con base en los caracteres anatómicos de la madera.

### **Resumen de caracteres no anatómicos**

Con la práctica y la experiencia, todos los aspectos no anatómicos discutidos arriba jugarán un papel en nuestra tarea de identificación de cualquier espécimen de madera. Debido a que los aspectos no anatómicos son generalmente mucho más débiles que los anatómicos, tenderemos a usarlos como una confirmación secundaria (como se discute en las páginas de descripción de especies en el Capítulo 7) o como una parte automática del patrón de reconocimiento, donde no nos preguntamos específicamente “¿Tiene este espécimen brillo?” sino que notamos automáticamente si tiene o no esta característica. Dicho de otra forma, los caracteres no anatómicos son a menudo algunos de los primeros caracteres que formarán parte del aspecto artístico de la identificación de maderas.

### **Caracteres anatómicos en la identificación de maderas**

Este manual se centra en el uso de características anatómicas para identificar especímenes de madera desconocidos. Con la biología básica de la madera, con la cual nos hemos familiarizado

high density and hard. For example, many of the species of *Pinus* in the manual are high-density, hard woods but are softwoods, and *Gmelina* is a hardwood but is soft.

### **Regularity of grain**

Regularity of grain refers to whether the cells of the axial system of the wood are wavy, interlocked, or straight. Wavy grain occurs when the cells of the axial system run up and down the trunk of the tree with gradual back-and-forth undulations of maybe 1–2 cm. Interlocked grain is formed when the cells of the axial system do not run perfectly straight up and down the tree, but rather grow curving up the tree to the right for several years, then curve up the tree to the left for several years, then back to the right. This alternating pattern of curvature up the trunk produces wood that can be quite attractive (especially in species with luster, like *Khaya* where interlocked grain is common), but is also difficult to process, and sometimes problematic to prepare for hand lens observation because the angle of the grain in one part of specimen is often quite different from the angle in a different part. Straight-grained wood is neither wavy nor interlocked; the cells of the axial system are straight and run up and down the trunk nearly vertically.

### **Fluorescence**

A last non-anatomical character is fluorescence. If you shine a UV lamp (either a small portable light or a larger laboratory model) on wood, some woods fluoresce. That is, the slightly purple or invisible UV light is taken up by the specimen and different color (usually a yellow–green color) is emitted by the wood. Also, some woods have extractives that are fluorescent only when they are dissolved in water. For these woods, a few chips of wood are placed in a small glass vial with 5–10 ml of water and then the UV light is directed into the vial. Water extract fluorescence is usually a bluish color. Most woods lack both surface and water extract fluorescence, so these can be powerful characters for confirming an identification once an initial determination is made based on wood anatomical features.

### **Summary of non-anatomical characters**

With practice and experience, all the non-anatomical features discussed above will play a part in your identification of a wood specimen. Because non-anatomical features are generally much weaker than anatomical ones, you will tend to use them either as secondary confirmations (as discussed in the species description pages of Chapter 7) or as an automatic part of pattern recognition, where you do not specifically ask yourself “Does this specimen have luster?” but rather notice automatically whether or not it has this characteristic. That is to say, non-anatomical characters are often some of the first characters that will form a part of the artistic aspect of wood identification.

### **Anatomical characters in wood identification**

This manual focuses on the use of anatomical characteristics to identify unknown wood specimens. With the basic biology of wood familiar to you from Chapter 2, we will now revisit the cells and structures and define them as characters for identification. In each case, we will be thinking of the structures as either being present or absent in a specimen. This process requires constant observation and questioning: is the character present or absent in the specimen, or is it impossible to tell? The difference between

en el Capítulo 2, revistaremos ahora las células y las estructuras, y las definiremos como caracteres para la identificación. En cada caso evaluaremos las estructuras como presentes o ausentes en un espécimen dado. Este proceso requiere observación y cuestionamiento constantes: ¿Está el carácter presente o ausente en el espécimen o es esto imposible de determinar? La diferencia entre el entendimiento de la anatomía de madera como un campo biológico y la interpretación de la anatomía como caracteres para la identificación es sutil, pero también importante. En el Capítulo 2 discutimos la anatomía para entender donde se originaban las estructuras en la madera y que función desempeñaban en el árbol. Ahora definiremos las estructuras como caracteres observables y, como con el ejemplo sobre el patrón de características que definen una silla, construiremos una comprensión de la anatomía basada en definiciones más bien rígidas para la identificación.

Las imágenes abajo y a lo largo de este manual no son perfectas; ellas muestran marcas dejadas por la cuchilla o la lija en el espécimen antes de ser fotografiado (indicado en las imágenes por **M**). Esto fue hecho intencionalmente. Anteriormente, había producido imágenes y fotos muy limpias para otro manual de identificación de maderas, el cual luego usé como texto para varios talleres de identificación de maderas alrededor del mundo. Con la experiencia, aprendí de mis estudiantes que la calidad académica de las fotos puede causar confusión porque el corte de la madera con una cuchilla de precisión invariablemente luce menos perfecto. Por esta razón, en vez de tratar de explicar las diferencias entre las imágenes perfectas y las superficies que los estudiantes pueden producir en el mundo real, opté por tomar fotos más realistas de los cortes de especímenes de madera. Muchas de las imágenes presentadas en este manual incluyen notas describiendo los artefactos de la preparación además de los aspectos anatómicos. A medida que nos volvemos más competentes en la preparación y observación de especímenes de madera, entrenaremos nuestra mente para ignorar los artefactos causados por el corte con la cuchilla. Sin embargo, en las fases iniciales del proceso de aprendizaje de estas habilidades, las marcas de la cuchilla pueden parecer aspectos anatómicos reales al ojo no entrenado.

### **Madera blanda o madera dura?**

La primera pregunta que nos hacemos cuando confrontamos un espécimen de madera desconocido es si es una madera blanda o una madera dura. Las maderas blandas son definidas anatómicamente por la ausencia de vasos (poros) y las maderas duras por la presencia de los mismos (Figura 2).

### **Maderas blandas**

Para las maderas blandas tratadas en este manual, solo dos aspectos anatómicos pueden ser observados con una lupa de mano: la presencia o ausencia de canales resiníferos y las características de la transición dentro de los anillos de crecimiento. Ambos aspectos se observan en la superficie transversal, por lo cual no hay necesidad de producir una superficie tangencial en un espécimen de madera blanda.

### **Canales resiníferos**

Los canales resiníferos son las estructuras que producen brea o resina y, entre las maderas blandas de este manual, son encontrados solo en *Pinus*. Al principio, cuando estamos aprendiendo a identificar maderas, los canales resiníferos pueden confundirse con los vasos de las maderas duras (Figura 2), pero hay dos maneras fáciles de diferenciarlos. Primero, los canales resiníferos, si están del todo presentes, se encuentran normalmente en

understanding wood anatomy as a biological field and interpreting that anatomy as characters for identification is a subtle but important one. In Chapter 2 we discussed anatomy in order to understand where the structures in wood come from and what they do in a tree. Now we will define them as observable characters and, as with understanding the pattern of characteristics that defines a chair, we will build an understanding of anatomy based on fairly rigid definitions for identification.

The images below, and throughout the manual, are not perfect; they show marks left by the knives that cut them or the sander that smoothed them for photography (indicated on the images with **M**). This is intentional. I produced sanitized images and photos for a previous wood identification manual that I later used as a text for a variety of wood identification workshops around the world. I learned from my students that academic-quality photos can be confusing, because wood cut with a utility knife invariably looks less than perfect. Rather than try to explain away the difference between perfect images and surfaces you can produce in the real world, I opted to shoot more realistic photos of wood. In many of the images presented throughout the manual, there are notations describing the artifacts of preparation in addition to the anatomical features. As you become proficient in the preparation and observation of wood specimens, you will train your mind to ignore artifacts like knife marks, but in the initial phases of learning these skills, knife marks can appear to the untrained eye as actual anatomical structures.

### **Softwood or hardwood?**

The first question to ask yourself when confronting an unknown wood specimen is whether it is a softwood or a hardwood. Softwoods are defined anatomically by the absence of vessels (pores), and hardwoods by their presence (Figure 2).

### **Softwoods**

For the softwoods treated in this manual, only two anatomical features can be observed with a hand lens: the presence or absence of resin canals and the characteristics of the transition within the growth rings. Both of these features are seen on the transverse surface, so there is no need to produce a tangential surface on a softwood specimen.

### **Resin canals**

Resin canals are the structures that produce pitch or resin and of the softwoods in this manual are found only in *Pinus*. When you are first learning wood identification, resin canals can look much like vessels in hardwoods (Figure 2), but there are two easy ways to differentiate them. First, resin canals, if present at all, are usually found in the latewood, or in the area between the earlywood and the latewood. Vessels in hardwoods will be found in all portions of the growth ring. Second, even in softwoods with many resin canals, there are still far fewer resin canals in a hand lens view than there are vessels in most hardwoods. With some practice, especially comparing a hardwood and softwood with resin canals side-by-side, these specific differences will not be important; you will recognize the pattern of a softwood (with or without resin canals) and the pattern of a hardwood, and you will not confuse resin canals with vessels.

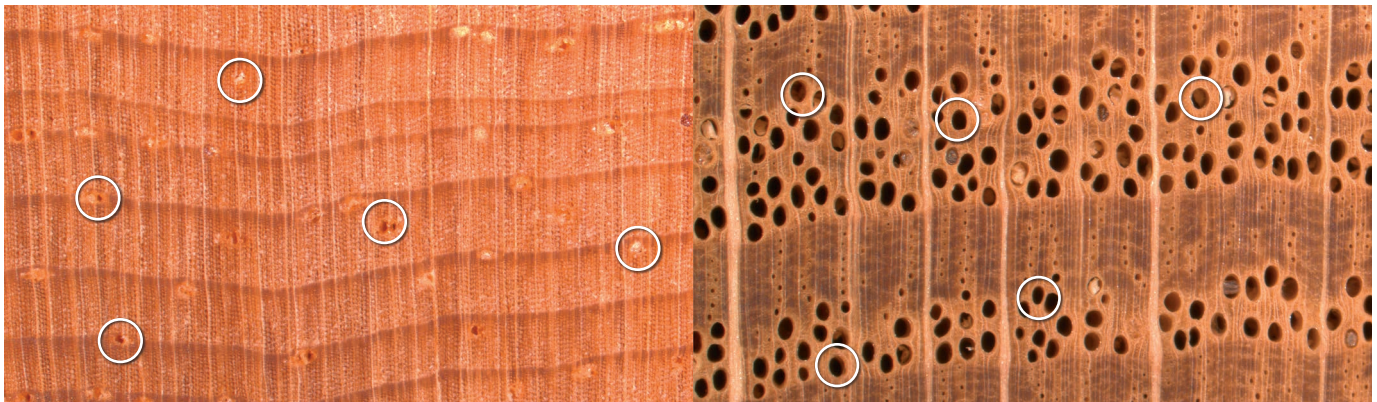


Figura 2. La distinción entre maderas blandas y maderas duras se basa en la ausencia o presencia de vasos. En la madera blanda de la izquierda, no hay vasos, pero se observan algunos canales resiníferos indicados con círculos. En la madera dura, a la derecha, varios vasos están indicados con círculos. Nótese que la apariencia general, número y distribución de los vasos y de los canales resiníferos, es completamente diferente. Con la práctica, automáticamente reconoceremos las características que distinguen los vasos de los canales resiníferos.

Figure 2. Distinguishing softwoods from hardwoods is based on the absence or presence of vessels. In the softwood on the left, there are no vessels, but several resin canals are circled. In the hardwood on the right, several vessels are circled. Note that the general appearance, number, and distribution of vessels and resin canals are quite different. With practice, you will automatically recognize the characteristics that distinguish vessels from resin canals.

el leño tardío o en el área entre el leño temprano y el leño tardío. Los vasos en las maderas duras se encuentran en toda la zona del anillo de crecimiento. Segundo, aun en maderas blandas con muchos canales resiníferos, existen muchos menos canales resiníferos en el campo visual de una lupa de mano que el número de vasos que existe en la mayoría de las maderas duras. Con alguna práctica, especialmente comparando lado a lado una madera dura y una blanda con canales resiníferos, estas diferencias específicas no serán importantes; reconoceremos el patrón de una madera blanda con o sin canales resiníferos y el patrón de una madera dura, y no confundiremos los canales resiníferos con vasos.

### Transiciones en los anillos de crecimiento

En los anillos de crecimiento de las maderas blandas, la transición del leño temprano al leño tardío puede ser abrupta, gradual, o estar ausente (Figura 3A–C). La ausencia de transición entre el leño temprano y tardío es relativamente rara en maderas blandas, y es, generalmente, vista solo en especies que carecen de anillos de crecimiento obvios (Figura 3C). Una transición gradual del leño temprano al tardío es una en la cual el espesor de la pared celular traqueoidal se transforma ligeramente hacia el leño tardío, sin una línea clara que indique donde termina el leño temprano y comienza el leño tardío (Figura 3B). Esta contrasta con la transición abrupta, en la cual hay una zona claramente visible donde el espesor de la pared celular traqueoidal cambia de paredes delgadas, en las células del leño temprano, a paredes gruesas en las células del leño tardío (Figura 3A). La mayoría de las maderas blandas tratadas en este manual poseen una transición abrupta.

### Maderas duras

Como mencionamos en el Capítulo 2, la variabilidad anatómica de las maderas duras es mucho mayor que la de las maderas blandas, y mucha de esta variabilidad puede ser observada con una lupa de mano. La mayoría de los caracteres son observables en la superficie transversal, pero algunos pueden ser vistos en la superficie tangencial. Por lo tanto, para la mayoría de las identificaciones de maderas duras será necesario preparar las dos superficies.

### Anillos de crecimiento

Hay tres clasificaciones de anillos de crecimiento en las maderas duras, dependiendo de las transiciones en el tamaño relativo,

### Growth ring transitions

In the growth rings of softwoods, the transition from earlywood to latewood can be abrupt, gradual, or absent (Figure 3A–C). No transition between earlywood and latewood is comparatively rare in softwoods and is generally only seen in species that lack obvious growth rings (Figure 3C). A gradual transition from earlywood to latewood is one in which the tracheid cell wall thickness becomes slightly thicker toward the latewood without a clear line where the earlywood ends and the latewood begins (Figure 3B). This is contrasted with abrupt transition, in which there is a clearly visible zone where the tracheid cell wall thickness changes from thin-walled earlywood cells to thick-walled latewood cells (Figure 3A). Most of the softwoods covered in this manual have abrupt transition.

### Hardwoods

As mentioned in Chapter 2, the anatomical variability of hardwoods is many times greater than that of softwoods, and much of this variability can be seen with a hand lens. Most of the characters are observable from the transverse surface, but some can only be seen from the tangential surface, thus for most hardwood identifications it will be necessary to prepare both transverse and tangential surfaces.

### Growth rings

There are three classifications of growth rings in hardwoods, depending on transitions in the relative size, pattern, distribution, or abundance of vessels. The three classifications are ring-porous, semi-ring-porous, and diffuse-porous (Figure 3D–F).

In ring-porous woods, the earlywood vessels are distinctly larger than (usually from 3 to 10 times the diameter of) the latewood vessels and are commonly more closely packed together. The transition between large earlywood vessels and much smaller latewood vessels is distinct (Figure 3D). Clearly ring-porous woods are uncommon at the tropical latitudes, except in species at high elevations.

Semi-ring-porous woods are like ring-porous woods in that the earlywood vessels are large and the latewood vessels are half the diameter or smaller, but unlike ring-porous

## Maderas blandas • Softwoods

## Maderas duras • Hardwoods

Las transiciones en los anillos de crecimiento

Growth ring transitions

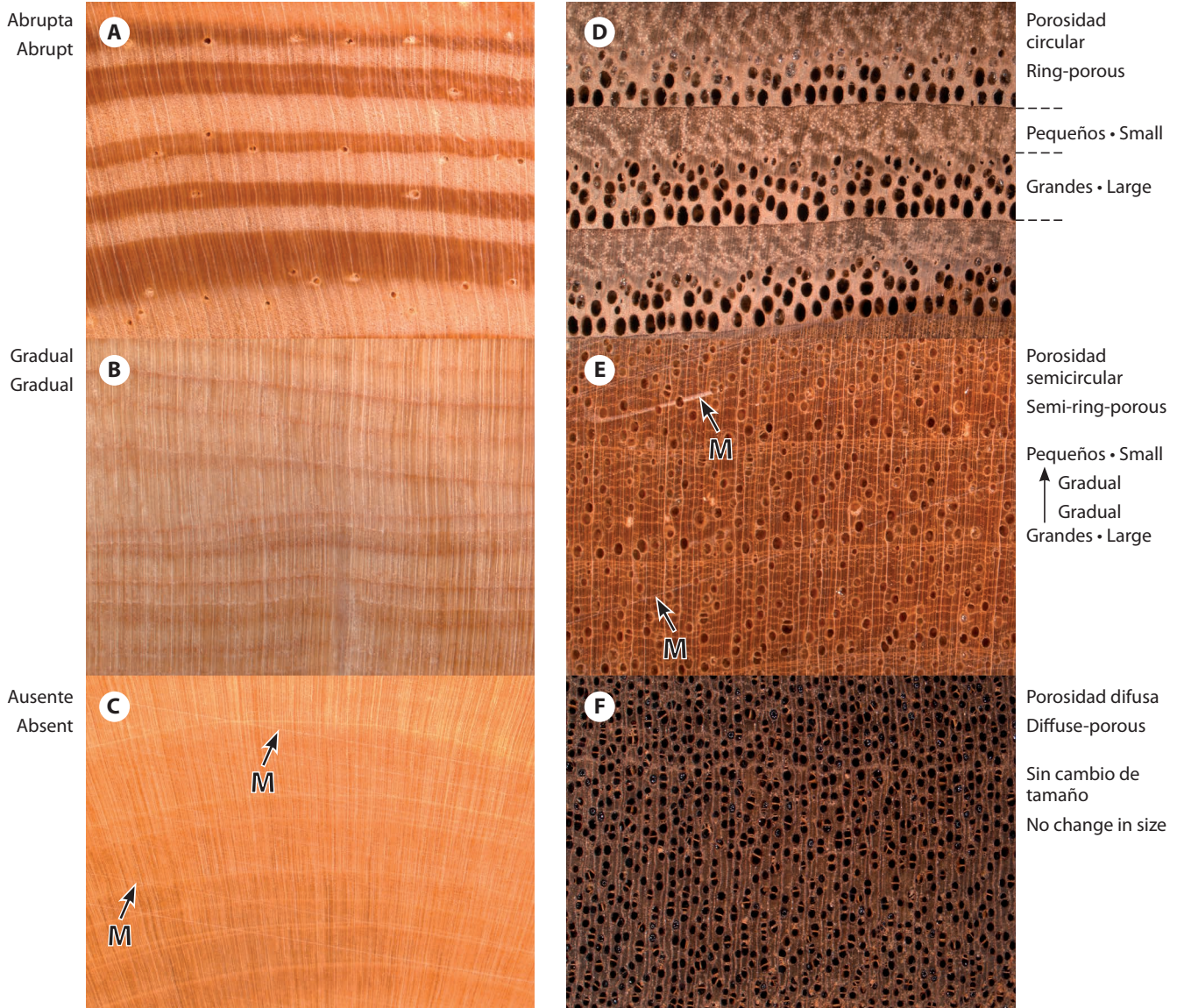


Figura 3. Clasificaciones de anillos de crecimiento en maderas blandas (A–C) y maderas duras (D–F).

(A) Una transición abrupta dentro de un anillo de crecimiento del leño temprano al leño tardío es el tipo de transición más común en las maderas blandas incluidas en este manual. Nótese como el leño temprano se ve de color más claro que el leño tardío, y como el cambio de leño temprano a leño tardío ocurre en un sector distinto del anillo de crecimiento. (B) La transición gradual del leño temprano al leño tardío resulta en un patrón más sutil. (C) En las maderas incluidas en este manual no se observa ninguna transición dentro de un anillo de crecimiento. (D) Las maderas duras con anillos de porosidad circular muestran un cambio abrupto en el diámetro de los vasos en el límite entre el leño temprano y el leño tardío. (E) Las maderas duras con anillos de porosidad semicircular muestran una reducción gradual del diámetro de los vasos desde el leño temprano hasta el leño tardío. (F) Las maderas duras con anillos de porosidad difusa, el tipo más común de transición de anillo de crecimiento en las maderas en este manual, no muestran ningún cambio claro en el tamaño o distribución de los vasos del leño temprano al leño tardío, y algunas veces carecen totalmente de anillos de crecimiento evidentes.

Figure 3. Growth ring classifications in softwoods (A–C) and hardwoods (D–F). (A) Abrupt transition within a growth ring from the earlywood to latewood is the most common transition type in the softwoods in this manual. Note how the earlywood appears lighter in color than the latewood, and how the change from earlywood to latewood happens at a distinct place in the growth ring. (B) Gradual transition from earlywood to latewood results in a subtler pattern. (C) No transition within a growth ring is not seen in any of the softwoods in this manual. (D) Ring-porous hardwoods show an abrupt change in vessel diameter at the boundary between the earlywood and the latewood. (E) Semi-ring-porous hardwoods show a gradual reduction of vessel diameter from earlywood to latewood. (F) Diffuse-porous hardwoods, the most common type of growth ring transition in the woods in this manual, show no clear change in vessel size or distribution from the earlywood to the latewood, and sometimes lack obvious growth rings altogether.

patrón, distribución o abundancia de vasos. Las tres clasificaciones son: porosidad circular, porosidad semicircular y porosidad difusa (Figura 3D–F).

En las maderas de porosidad circular, los vasos del leño temprano son distintivamente más grandes (normalmente de 3 a 10 veces el diámetro) que los vasos del leño tardío, y además, están normalmente más amontonados. La transición entre los vasos grandes del leño temprano y los vasos mucho más pequeños del leño tardío es muy clara (Figura 3D). Las maderas con porosidad circular no son comunes en latitudes tropicales, excepto en especies que crecen en zonas a grandes altitudes.

Las maderas con porosidad semicircular son parecidas a las de porosidad circular en que los vasos del leño temprano son grandes y los vasos del leño tardío son la mitad del diámetro o más pequeños, pero, a diferencia de las maderas con porosidad circular, hay un decrecimiento gradual en el diámetro del vaso del leño temprano hacia el leño tardío (Figura 3E). Esto resulta en una distinción clara entre el leño tardío de un anillo de crecimiento y el leño temprano del próximo, pero no hay distinción clara entre el leño temprano y el leño tardío del mismo anillo de crecimiento. Las maderas con porosidad difusa son más comunes en las latitudes tropicales que las maderas con porosidad circular, pero aún así, las maderas con porosidad semicircular son relativamente raras en los trópicos.

Las maderas con porosidad difusa, el tipo más común de maderas duras encontrado en los trópicos, no muestran una gran diferencia en diámetro entre los vasos del leño temprano y los del leño tardío (Figura 3F). Desde el inicio de un anillo de crecimiento hasta el final, los vasos están más o menos uniformemente distribuidos y son de tamaño similar, aunque, en muchas maderas con porosidad difusa habrá un ligero decrecimiento en el diámetro de los vasos del leño tardío. Esta pequeña diferencia en diámetro no debería ser confundida con el patrón de las maderas con porosidad semicircular, en el cual esta diferencia es sustancial.

### **Disposición de los vasos**

La disposición de los vasos es un término usado para describir el patrón, si existente, de los vasos dentro de un anillo de crecimiento, y es diferente del concepto de clasificación de anillos de crecimiento. La mayoría de las maderas tiene una distribución de los vasos al azar o uniforme; generalmente, este patrón no es considerado de valor suficiente como carácter porque se asume como la condición predefinida. El concepto de disposición de los vasos involucra dos aspectos distintos: el número de vasos en contacto con otros y la distribución de los vasos en el anillo de crecimiento.

Cuando los vasos se encuentran cada uno a la vez y no están en contacto con otros vasos, se denominan vasos solitarios (Figura 4A). La mayoría de las maderas tienen al menos unos pocos vasos solitarios, pero comparativamente pocas maderas tienen vasos solitarios exclusivamente. Por ende, cuando este carácter está presente es un carácter fuerte. Cuando dos o más vasos se tocan y se extienden en dirección radial (paralelos a los radios), forman un vaso múltiple (Figura 4B). Los vasos múltiples consisten comúnmente de 2 a 4 vasos; vasos múltiples con más de 4 vasos son menos comunes. Cuando varios vasos están en contacto radialmente y tangencialmente, éstos forman vasos arracimados. Los vasos arracimados son mucho menos comunes que los vasos múltiples, por lo que la presencia de este carácter es útil para la identificación.

Los vasos, sean éstos solitarios, múltiples o arracimados, pueden poseer también patrones de distribución dentro del anillo de crecimiento, los cuales reciben nombres especiales. Un patrón

woods, there is a gradual rather than distinct decrease in vessel diameter from the earlywood through the latewood (Figure 3E). This results in a clear distinction between the latewood of one growth ring and the earlywood of the next, but no clear distinction between the earlywood and latewood of the same growth ring. Semi-diffuse-porous woods are more common in tropical latitudes than are ring-porous woods, but they are still comparatively rare.

Diffuse-porous woods, the most common type of hardwood found in the tropics, do not show a large difference in diameter between earlywood and latewood vessels. From the beginning of a growth ring to the end, the vessels are more or less evenly distributed and are of similar size, though in many diffuse-porous woods there will be a slight decrease in vessel diameter in the latewood. This small difference in diameter should not be confused with the semi-ring-porous pattern, in which the difference is substantial.

### **Vessel arrangement**

Vessel arrangement is a term used to describe the pattern, if any, of vessels within a growth ring. This is different from the concept of growth ring classification. Most woods have a random or even distribution of vessels in the wood; this pattern is not generally considered worthy of a special name as a character, because it is the assumed default condition. The concept of vessel arrangement involves two distinct aspects: the number of vessels in contact with each other, and the distribution of vessels throughout the growth ring.

When vessels occur one at a time and are not in contact with other vessels they are called solitary vessels (Figure 4A). Most woods have at least a few solitary vessels, but comparatively few woods have exclusively solitary vessels; when this character is present, it is a strong character. When two or more vessels are touching each other and extend in the radial direction (parallel to the rays), they form a vessel multiple (Figure 4B). Vessel multiples are commonly formed from 2 to 4 vessels; multiples with more than 4 vessels are less common. When several vessels are in contact radially and tangentially, they form vessel clusters. Vessel clusters are much less common than vessel multiples, and thus the presence of this character is a useful one for identification.

Vessels, whether solitary, in multiples, or in clusters, can also have patterns of distribution within the growth ring that receive special names. One pattern is radially aligned vessels and occurs when vessels are organized into radial lines or files, often lined up between rays. This pattern can occur in woods with solitary, multiple, or clustered vessels, though it is most common in the former two than the latter. A related pattern is vessels arranged in echelon (Figure 4C); this is like radial arrangement, but instead of running parallel to the rays, the vessels form a pattern at a diagonal to the rays. The last pattern is called dendritic vessel arrangement, and is characterized by v-shaped, flame-shaped, or tree-like groups of vessels that are usually narrower on the pith side of the growth ring (toward the earlywood) and widen out toward the bark side (toward and into the latewood).

It is important to note that several different vessel arrangements can be present in one wood at the same time. Woods like *Eucalyptus* and *Calophyllum* have solitary vessels and echelon vessel arrangement; these features in combination are part of what defines their wood anatomical patterns.

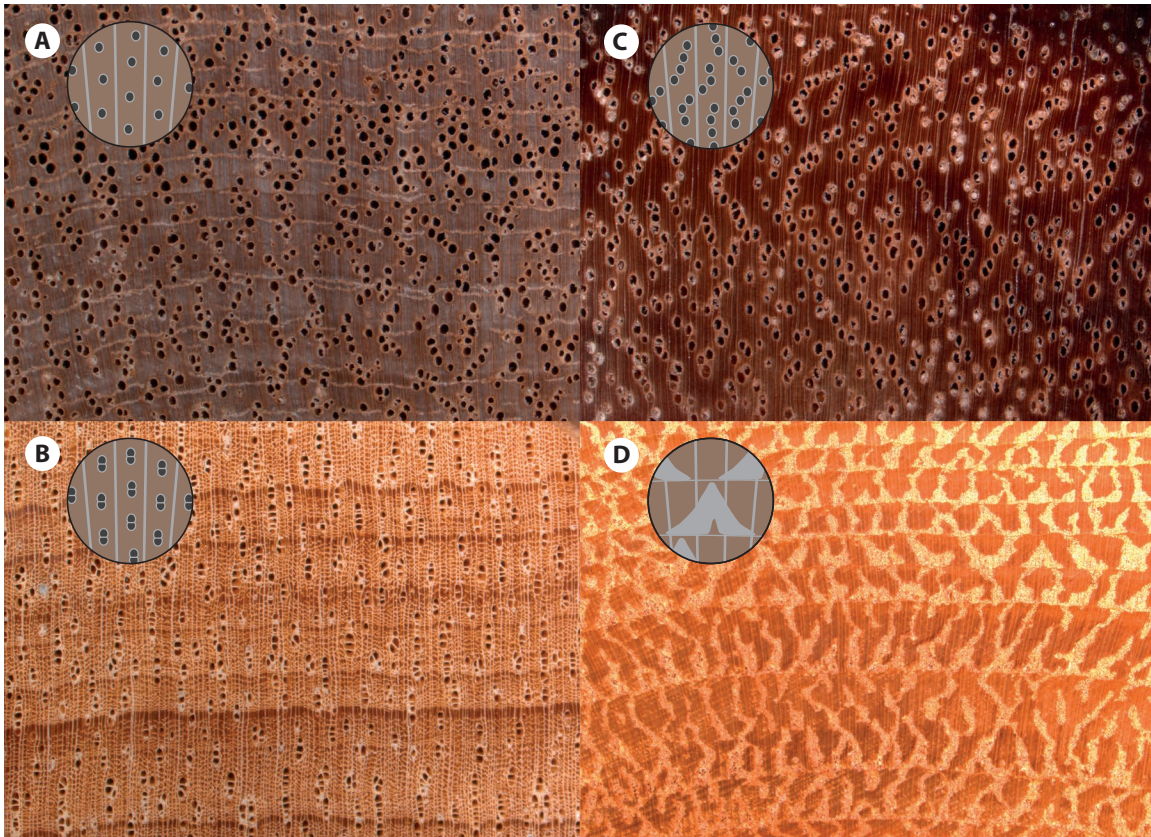


Figura 4. Patrones de disposición de los vasos. (A) Los vasos solitarios son aquellos que no están en contacto con otros vasos. Normalmente estos aparecen claramente redondeados. (B) Los vasos múltiples son grupos de dos o más vasos que comparten una pared celular común. Los vasos individuales de un vaso múltiple a menudo se ven ligeramente aplanados donde los dos vasos se tocan. (C) Los vasos en disposición radial-oblicua pueden ser vasos solitarios, vasos múltiples o una combinación de ambos. El patrón de disposición de vasos radial-oblicua tiene que ser observado sobre una área amplia porque el patrón está formado por muchos vasos y la forma como estos se disponen en relación a la dirección de los radios. (D) La disposición dendrítica de los vasos es rara o está ausente en las maderas en este manual. Esta es encontrada usualmente en maderas con un diámetro de vasos extremadamente pequeño. La mayoría de los vasos en esta imagen son demasiado pequeños como para ser vistos individualmente con lupa de mano.

Figure 4. Patterns in vessel arrangement. (A) Solitary vessels are those that are not in contact with other vessels. They usually appear distinctly rounded. (B) Vessel multiples are groups of two or more vessels sharing a common cell wall. The individual vessels in a vessel multiple often appear slightly flattened where the two vessels touch. (C) Vessels in echelon arrangement can be either solitary vessels, vessel multiples, or combination of both. The pattern of echelon vessel arrangement must be observed over a wider area, because it is a pattern formed by many vessels and how they are arranged relative to the direction of the rays. (D) Dendritic vessel arrangement is rare or absent in the woods in this manual, and it usually found in woods with extremely small-diameter vessels. Most of the vessels in this image are too small to see individually with a hand lens.

conocido es el de vasos alineados radialmente, el cual se presenta cuando los vasos están organizados dentro de líneas radiales o filas, a menudo alineadas entre los radios. Este patrón puede encontrarse en maderas con vasos solitarios, múltiples o arracimados, aunque es más común en los dos primeros. Un patrón relacionado, disposición radial-oblicua (Figura 4C), consiste en vasos dispuestos de forma radial, pero en vez de ir paralelos a los radios, forman un patrón en diagonal a los mismos. El último patrón es llamado disposición dendrítica de los vasos (Figura 4D) y es caracterizado por grupos de vasos en forma de V, llama o árbol, que usualmente son más estrechos del lado de la médula del anillo de crecimiento (hacia el leño temprano) y se ensanchan hacia el lado de la corteza (hacia y dentro del leño tardío).

Es importante notar que varias disposiciones de vasos diferentes pueden estar presentes en una misma especie. Las maderas como *Eucalyptus* y *Calophyllum* tienen vasos solitarios y vasos dispuestos en forma radial-oblicua; estos aspectos en combinación ayudan a definir los patrones anatómicos de estas maderas.

### Rays

As mentioned in Chapter 2, rays in hardwoods can be narrow like those of softwoods, or quite wide. They can also be numerous, or a species can have few rays (Figure 5). These characters are best observed from the transverse surface, can be critical in hardwood identification, and are a major part of the wood anatomical pattern. Because the concepts of narrow, wide, few, and numerous are easily understood by examining photos or transverse surfaces of a variety of hardwoods, little explanation is needed.

In Chapter 2 the tangential plane of section was described, and in Chapter 4 the method needed to produce it was discussed. It is here that we will apply that knowledge, to determine whether a wood has non-storied or storied rays. When looking at a tangential surface, rays will appear like small vertical lines, usually darker than the background. Larger rays are easier to see than small rays, but even tiny rays can be seen with a hand lens if the tangential surface is cut cleanly, the hand lens is used



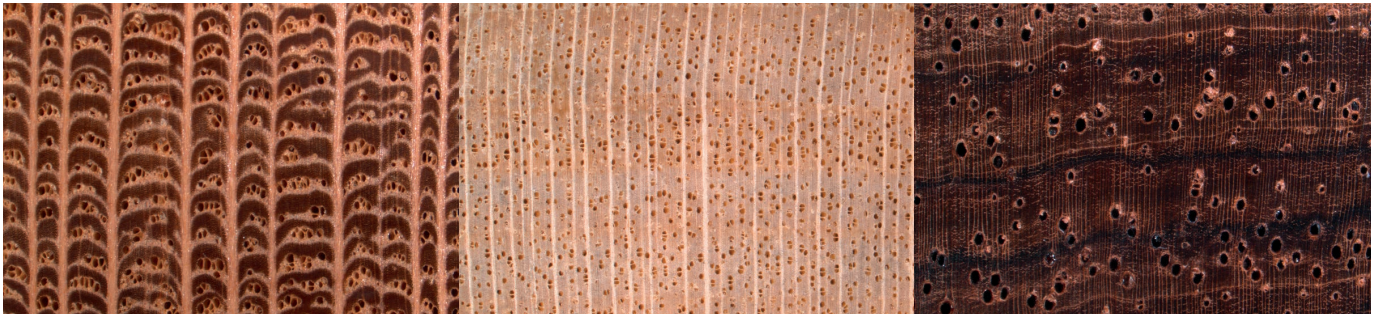


Figura 5. Diferencias en ancho de radio y número de radios. La imagen a la izquierda muestra, comparativamente, pocos radios anchos, sin embargo, una observación cuidadosa mostrará que hay radios estrechos entre los radios anchos. Si observamos sólo los radios anchos, esta madera tiene pocos radios. La imagen del centro muestra una madera con un número y tamaño de radios promedio. La imagen a la derecha muestra una madera con radios estrechos numerosos.

Figure 5. Differences in ray width and ray number. The image on the left shows comparatively few, wide rays, however, careful observation will show that there are narrow rays between the wide rays. Observing only the wide rays, this wood has few rays. The middle image shows a wood with an average number and size of rays. The image on the right shows a wood with numerous, narrow rays.

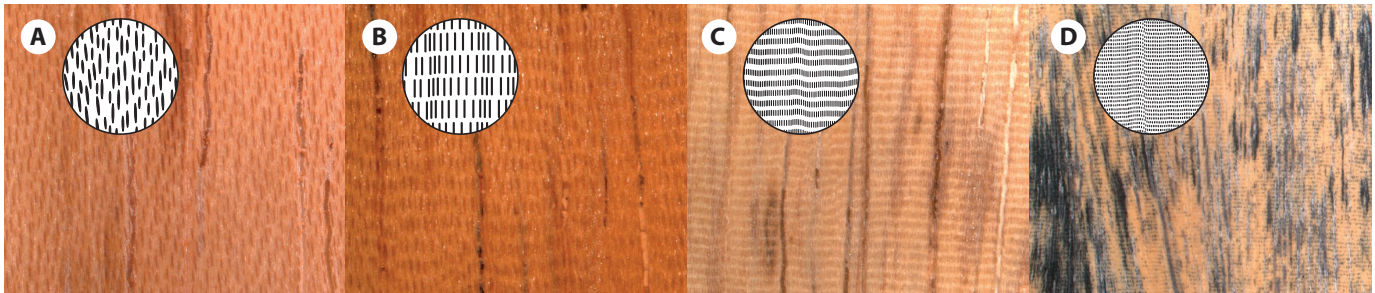


Figura 6. Radios no estratificados y estratificados; este aspecto puede ser observado solamente sobre el plano de corte tangencial.

(A) Una imagen e ilustración de una madera con radios no estratificados. Se puede observar como los radios están dispersos a través de la sección tangencial sin ninguna disposición obvia en filas horizontales. Las imágenes e ilustraciones en B–D muestran maderas con radios estratificados. Las maderas con radios estratificados pueden ser agrupadas en maderas con estratificación gruesa (B), estratificación media (C) o estratificación fina (D). En muchas maderas los radios son lo suficientemente pequeños que aún siendo observados con una lupa de mano son difíciles de distinguir como entidades discretas, por esta razón los radios estratificados producen lo que se denomina, en algunos textos, rizaduras. Este es el término para describir el patrón de líneas horizontales onduladas formado por los radios estratificados y es fácilmente visible en la imagen de la madera con estratificación media (C). Nótese también en todas las imágenes las largas líneas verticales en la madera; éstas corresponden a los vasos cortados longitudinalmente, como cuando se corta un tubo a lo largo.

Figure 6. Non-storied and storied rays; this feature can only be observed from the tangential plane of section. (A) An image and illustration of a wood with non-storied rays. Note that the rays are scattered across the tangential section with no obvious arrangement in horizontal files. The images and illustrations in B–D show woods with storied rays. Woods with storied rays can be grouped into those with coarse storying (B), medium storying (C), or fine storying (D). In many woods, the rays are small enough even when observed with a hand lens that they are difficult to see as separate entities; this is why storied rays produce what is called ‘ripple marks’ in some texts. This is a term to describe the pattern of wavy horizontal lines formed by the storied rays, and can be easily seen in the image of the wood with medium storying (C). Note also in all images the long vertical lines in the wood; these are vessels cut along their lengths, like cutting a pipe lengthwise.

### Los radios

Como ya fue mencionado en el Capítulo 2, los radios en las maderas duras pueden ser estrechos como los de las maderas blandas o muy anchos. Los radios también pueden ser numerosos o escasos (Figura 5). Estos caracteres pueden ser observados mejor en la superficie transversal, pueden ser críticos en la identificación de maderas duras y son una parte muy importante del patrón anatómico de la madera. Debido a que los conceptos de estrecho, ancho, escaso y numeroso, son fácilmente entendidos al examinar fotos o superficies transversales de una variedad de maderas duras, no es necesaria aquí mucha explicación.

En el Capítulo 2 fue descrita la superficie tangencial de la sección y en el Capítulo 4 el método necesario para producirla. Es aquí que aplicaremos esos conocimientos, para determinar si una madera tiene radios no estratificados o estratificados. Cuando observamos una superficie tangencial, los radios aparecerán como pequeñas líneas verticales, normalmente más oscuras que el fondo. Los radios más grandes son más fáciles de ver que los más pequeños, pero aún los radios diminutos pueden ser vistos con una lupa de mano si la superficie tangencial está cortada

correctamente, and the light is falling on the tangential surface at a favorable angle. If a wood has non-storied rays, the rays will be randomly distributed over the tangential surface; there will be no obvious pattern (Figure 6A). Most woods have non-storied rays; this is the most common condition in woods worldwide. If a wood has storied rays, the rays will be lined up horizontally, much like the windows on the same story in a skyscraper, though in wood the rays will not be perfectly aligned horizontally, but will form somewhat wavy or undulating lines (Figure 6B–D). We further divide woods with storied rays into three broad groups: woods with coarse storying (Figure 6B); woods with medium storying (Figure 6C); and woods with fine storying (Figure 6D). The groups are defined on the basis of the size of the rays and the numbers of stories per mm along the grain. Most of the woods with storied rays in this manual have medium storying.

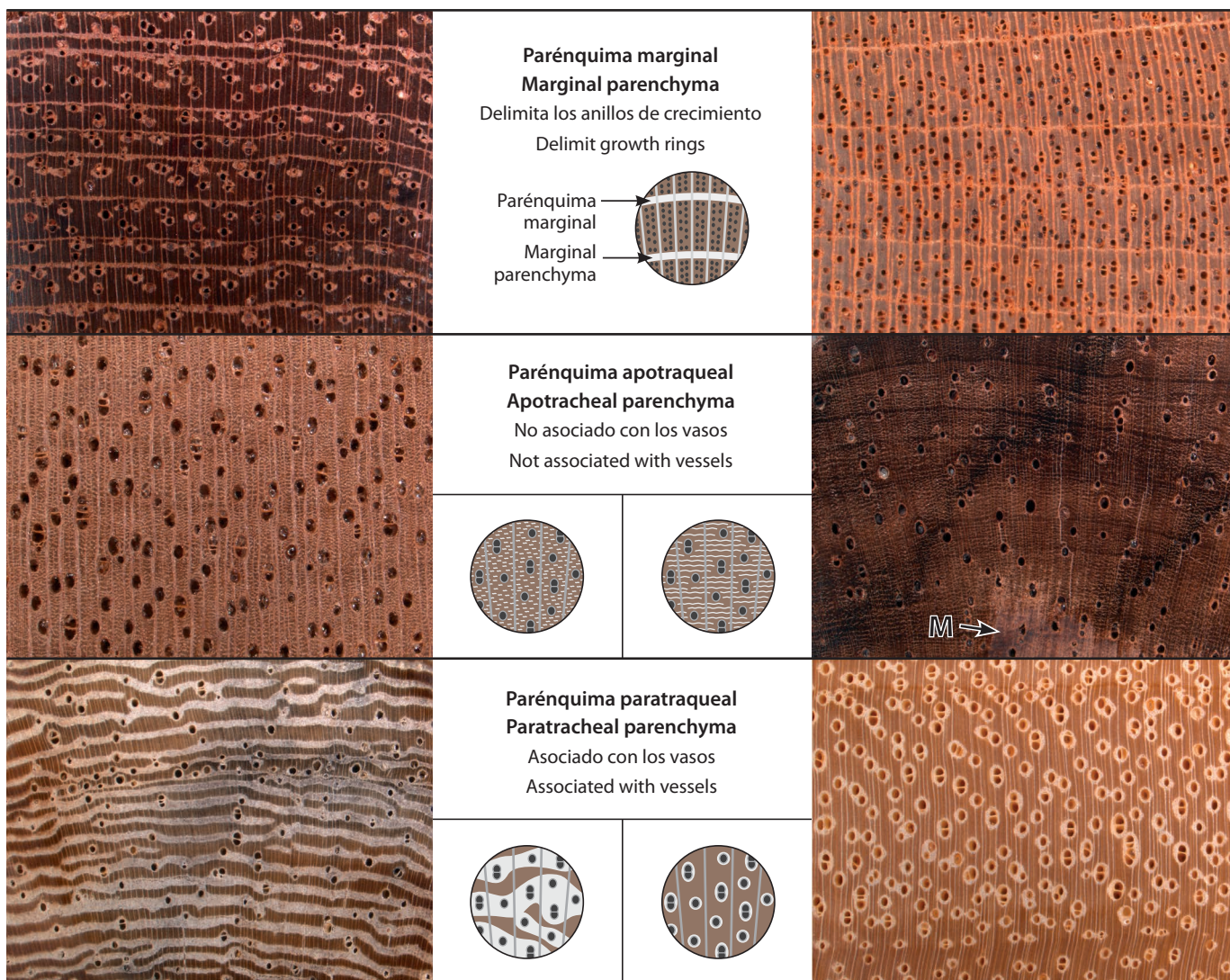


Figura 7. Hay tres tipos de parénquima axial en maderas duras: marginal, apotraqueal y paratraqueal. El parénquima marginal se presenta al comienzo o al final de un anillo de crecimiento y se muestra en las imágenes e ilustraciones superiores. Ambos parénquimas, apotraqueal y paratraqueal, se encuentran dentro del anillo de crecimiento y difieren en su forma de asociación con los vasos. El parénquima apotraqueal no está asociado con vasos y se muestra en las imágenes e ilustraciones centrales. El parénquima paratraqueal está estrechamente asociado con los vasos y se muestra en las imágenes e ilustraciones inferiores.

Figure 7. There are three types of axial parenchyma in hardwoods: marginal, apotracheal, and paratracheal. Marginal parenchyma occurs at the beginning or end of a growth ring, and is shown in the top images and illustrations. Both apotracheal and paratracheal parenchyma occur within the growth ring, and differ on the basis of their association with vessels. Apotracheal parenchyma is not associated with vessels, and is shown in the middle images and illustrations. Paratracheal parenchyma is closely associated with vessels, and is shown in the bottom images and illustrations.

limpiamente, la lupa de mano es usada correctamente y la luz cae sobre la superficie tangencial a un ángulo favorable. Si una madera tiene radios no estratificados, los radios estarán distribuidos sobre la superficie tangencial al azar y no habrá un patrón obvio (Figura 6A). La mayoría de las maderas tienen radios no estratificados; esta es la condición más común en las maderas en todo el mundo. Si una madera tiene radios estratificados, los radios estarán alineados horizontalmente, como las ventanas en la misma planta de un rascacielos (Figura 6B–D). Aunque en la madera los radios no estarán perfectamente alineados horizontalmente, formarán algo como líneas onduladas. Las maderas con radios estratificados son además divididas en tres grandes grupos: maderas con estratificación gruesa (Figura 6B), maderas con estratificación media (Figura 6C) y maderas con estratificación fina (Figura 6D). Estos grupos son definidos con base en el tamaño de los radios y el número de estratos por mm a lo largo

### ***Axial parenchyma patterns***

Axial parenchyma patterns in hardwoods, especially tropical woods, are critical components of the pattern used in wood identification. Axial parenchyma patterns can be divided into three broad groups, depending on the position and appearance of the parenchyma.

The first type of axial parenchyma is called marginal parenchyma (Figure 7, top). This name is used because marginal parenchyma occurs at the beginning or end of a growth ring and when present assists in defining the growth rings of the wood. Because most tropical woods are diffuse-porous, if growth rings are distinctly visible it is usually because marginal parenchyma is present. Marginal parenchyma appears as a solid line of cells running evenly around the growth ring; it generally does not have a wavy or undulating appearance. With some practice, correctly

del grano. En este manual, la mayoría de la maderas con radios estratificados tienen estratificación media.

### **Patrones del parénquima axial**

Los patrones del parénquima axial en las maderas duras, especialmente en maderas tropicales, son componentes críticos del patrón usado en la identificación de las mismas. Los patrones del parénquima axial pueden ser divididos en tres grandes grupos, dependiendo de la posición y la apariencia del parénquima.

El primer tipo de parénquima axial es llamado parénquima marginal (Figura 7, arriba). Este nombre es usado porque el parénquima marginal se encuentra al comienzo o al final de los anillos de crecimiento, y cuando está presente ayuda a definir los mismos. Debido a que la mayoría de las maderas tropicales tienen porosidad difusa, si los anillos de crecimiento son visibles nítidamente es porque, normalmente, el parénquima marginal está presente. El parénquima marginal se ve como una línea sólida de células que se disponen uniformemente alrededor del anillo de crecimiento y, generalmente, no presenta una apariencia ondulada. Con alguna práctica, la determinación correcta de la presencia del parénquima marginal es una tarea fácil.

Mientras el parénquima marginal se define como la frontera que delimita un anillo de crecimiento, los otros dos tipos de parénquima son definidos de acuerdo a su asociación o falta de asociación con los vasos. Si el parénquima no está asociado con los vasos se denomina parénquima apotraqueal, y si está asociado con los vasos se denomina parénquima paratraqueal (Figura 7, centro). Al principio la idea de asociación con los vasos es algo compleja, como veremos más abajo (Figura 7, abajo). Aprender los nombres y patrones del parénquima apotraqueal y paratraqueal, y tener el significado correcto de las palabras en la mente, es una de las cosas más difíciles del aprendizaje de los caracteres para la identificación de maderas. Las veces que he enseñado identificación de maderas, he encontrado que es útil pedir a mis estudiantes que usen el nombre completo para cada tipo de parénquima cuando están aprendiendo estos aspectos, y que sólo pasen a los nombres abreviados cuando estén completamente familiarizados con la terminología para todos estos caracteres.

El parénquima apotraqueal es el parénquima no asociado con los vasos y se presenta en tres patrones básicos: difuso, difuso agregado y bandeado o en bandas. Estos tres patrones pueden ser considerados parte de un continuo; en un extremo está el parénquima apotraqueal difuso, en el medio está el parénquima apotraqueal difuso agregado, y en el otro extremo el parénquima apotraqueal bandeado (o en bandas). El parénquima apotraqueal difuso no toca los vasos y se ve como pequeños puntos de un color generalmente más claro que el de las fibras (Figura 8B). El parénquima apotraqueal difuso es a menudo no visible con una lupa de mano y por tal razón será usado sólo como un carácter en especies que lo muestren claramente. El parénquima apotraqueal difuso agregado también tiene una distribución dispersa en las fibras, pero en vez de células solitarias está formado por pequeñas líneas tangenciales de 2–4 células. Esto le da la apariencia de líneas cortas, quebradas y dispuestas perpendicularmente a los radios, pero no asociadas con los vasos (Figura 8C). Los grupos de células normalmente no cruzan los radios, lo cual contribuye con su apariencia quebrada. En contraste al parénquima apotraqueal difuso agregado, el parénquima apotraqueal bandeado está formado por líneas de células largas y onduladas, que cruzan varios a muchos radios (Figura 8D). Dependiendo de la longitud de las bandas, éstas pueden parecer que están tocando los vasos. Podemos pensar en este patrón, cuando el parénquima toca los vasos, como si las bandas estuvieran siendo interrumpidas por éstos, en vez de estar asociadas con los mismos. Las bandas

determining the presence of marginal parenchyma is an easy task.

Whereas marginal parenchyma is defined as delimiting the boundary of a growth ring, the other two types of parenchyma are defined on the basis of their association or lack of association with vessels. If the parenchyma is not associated with the vessels, it is called apotracheal parenchyma (Figure 7, middle). If it is associated with vessels, it is called paratracheal (Figure 7, bottom). The idea of association with vessels is at first a somewhat complex one, as will be seen below. Learning the names and patterns of apotracheal and paratracheal parenchyma, and having the words mean the correct things in your mind, is one of the hardest aspects of learning the characters for wood identification. When teaching wood identification, I have found it helpful to ask my students to give the full name for each kind of parenchyma when learning the features and move to the abbreviated names only when they are fully conversant in the terminology for all the characters.

Apotracheal parenchyma is parenchyma not associated with the vessels and occurs in three basic patterns: diffuse, diffuse-in-aggregate, and banded. These three patterns can be considered part of a continuum; at one end is diffuse apotracheal parenchyma, in the middle is diffuse-in-aggregate apotracheal parenchyma, and at the other end is banded apotracheal parenchyma. Diffuse apotracheal parenchyma appears as small dots of generally lighter colored cells scattered among the fibers, and not touching the vessels (Figure 8B). Diffuse apotracheal parenchyma is often not visible with a hand lens, and so will only be used as a character in species that show it clearly. Diffuse-in-aggregate apotracheal parenchyma has a similar distribution in the fibers, but instead of single cells, it is formed of small tangential lines of 2–4 cells. This gives it the appearance of short, broken lines of cells running perpendicular to the rays but still not associated with vessels (Figure 8C). The aggregates of cells do not usually cross the rays, contributing to its broken appearance. In contrast to diffuse-in-aggregate apotracheal parenchyma, banded apotracheal parenchyma is formed of long, wavy lines of cells typically crossing several to many rays (Figure 8D). Depending on the length of the bands, they may appear to be touching vessels. You can think of this pattern, when it contacts vessels, as being interrupted by them, rather than associated with them. Individual bands can be from many millimeters in length tangentially to less than half a millimeter in length. Bands can also be narrow (a single cell) radially, or wide (many cells).

Paratracheal parenchyma is always clearly associated with the vessels, has a variety of patterns, and much like apotracheal parenchyma, these patterns can be seen as a part of a continuum. At one end of the spectrum is vasicentric paratracheal parenchyma, in the middle is aliform paratracheal parenchyma, and at the other end is confluent paratracheal parenchyma. Vasicentric paratracheal parenchyma appears as a round halo or sheath of parenchyma around the vessel, and it can be narrow or wide, referring to distance out from the vessel it extends (Figure 9A). Aliform paratracheal parenchyma is like vasicentric paratracheal parenchyma with the tangential extensions. That is, there are extensions from the sheath of parenchyma perpendicular to the rays. These extensions can be comparatively long and narrow, giving a winged aliform paratracheal parenchyma pattern (Figure 9B), or thicker and short,

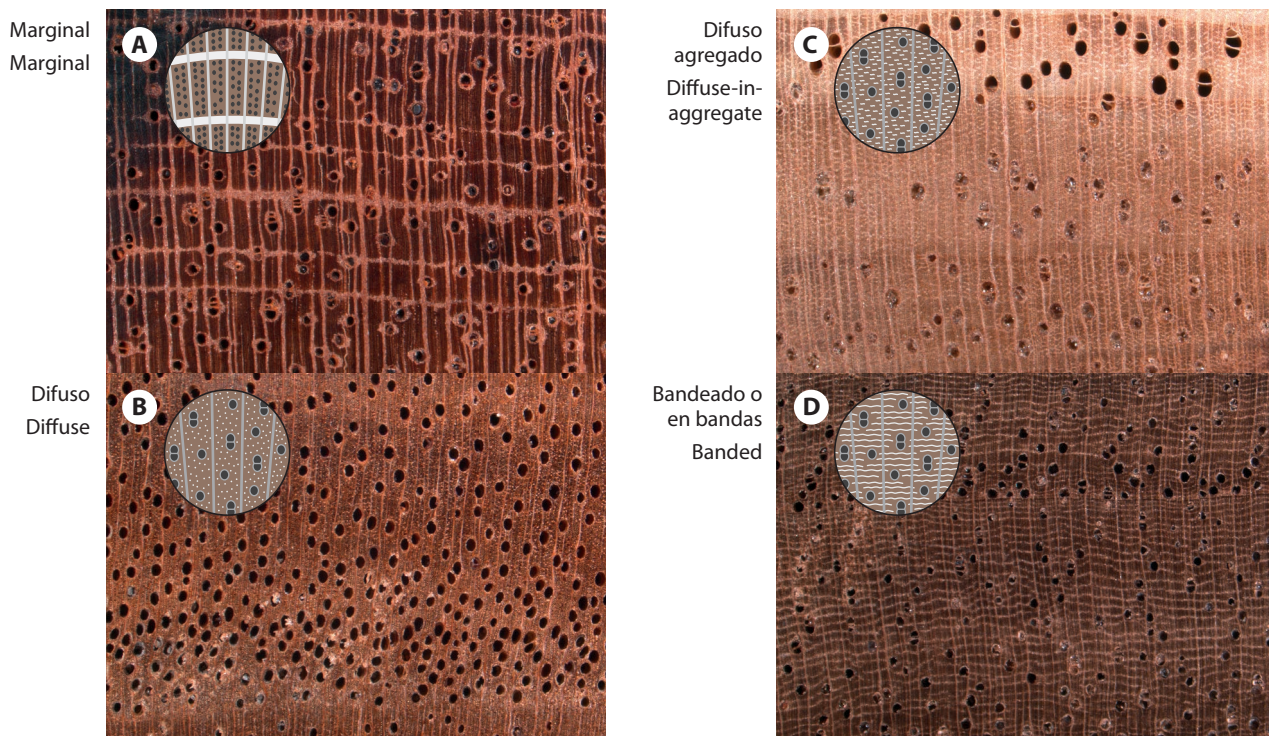


Figura 8. Patrones específicos del parénquima axial. (A) Parénquima marginal. Nótese que las bandas del parénquima marginal son gruesas. (B) Parénquima apotraqueal difuso; éste, cuando observable con lupa de mano, aparece como puntos entre los radios. (C) El parénquima apotraqueal agregado difuso aparece como líneas tangenciales cortas entre las fibras, y las líneas cortas generalmente no cruzan los radios. (D) El parénquima apotraqueal bandeado (o en bandas) forma líneas tangenciales largas entre las fibras, las bandas típicamente cruzan varios radios y son normalmente onduladas. Comparar este patrón con el del parénquima marginal en (A).

Figure 8. Specific axial parenchyma patterns. (A) Marginal parenchyma. Note that the bands of marginal parenchyma are thick. (B) Diffuse apotracheal parenchyma; this, when observable with a hand lens, appears as small dots among the fibers. (C) Diffuse-in-aggregate apotracheal parenchyma appears as short tangential lines among the fibers, and the short lines generally do not cross the rays. (D) Banded apotracheal parenchyma forms long tangential lines among the fibers, the bands typically cross several rays, and are often wavy. Compare this pattern to marginal parenchyma in (A).

individuales pueden ser de muchos milímetros de largo, tangencialmente, hasta menos de la mitad de un milímetro de largo. Las bandas también pueden ser radialmente estrechas (de una sola célula) o anchas (de muchas células).

El parénquima paratraqueal está siempre claramente asociado con los vasos, tiene una variedad de patrones, y, tal como en el parénquima apotraqueal, estos patrones pueden ser vistos como partes de un continuo. En un extremo del espectro está el parénquima paratraqueal vasicéntrico, en el medio está el parénquima paratraqueal aliforme y en el otro extremo está el parénquima paratraqueal confluyente. El parénquima paratraqueal vasicéntrico se ve como un halo redondeado o una envoltura uniforme de parénquima alrededor del vaso, y puede ser estrecho o ancho de acuerdo a la distancia a la que éste se extiende desde el vaso (Figura 9A). El parénquima paratraqueal aliforme es como el parénquima paratraqueal vasicéntrico, pero con extensiones tangenciales. Es decir, hay extensiones del halo del parénquima perpendiculares a los radios. Estas extensiones pueden ser relativamente largas y estrechas, resultando en un patrón de parénquima paratraqueal aliforme alado (Figura 9B); o pueden ser más gruesas y cortas, dando lugar a un patrón de parénquima paratraqueal aliforme rómbico (Figura 9C). Si las alas del parénquima paratraqueal aliforme se estrechan hacia afuera y se fusionan con las alas de otro vaso adyacente con parénquima paratraqueal aliforme, el patrón resultante se denomina parénquima paratraqueal confluyente (Figura 9D). El parénquima paratraqueal confluyente puede conectar desde 2 a cientos de

giving a lozenge aliform paratracheal parenchyma pattern (Figure 9C). If the wings of aliform paratracheal parenchyma stretch outward and fuse with the wings of adjacent aliform paratracheal parenchyma from another vessel, the pattern formed is called confluent paratracheal parenchyma (Figure 9D). Confluent paratracheal parenchyma can connect from 2 vessels to several hundred vessels. The radial thickness of the parenchyma between vessels can be narrow or wide.

#### **Tyloses and radial canals in hardwoods**

Although wood identification has many additional anatomical terms and characters, only two more are necessary to complete our working list of characters used in this manual: tyloses and radial canals. Tyloses are outgrowths of parenchyma cells into vessels, and appear in the vessels as bubbles or shiny, angled inclusions (Figure 10A,B). Tyloses, in species that have them, are typically found only in the heartwood. For this reason, if you suspect you are examining sapwood, you cannot expect to find tyloses, even if the wood is a species in which they are always found in the heartwood. Radial resin canals are structurally similar to the axial resin canals in softwoods, but instead are found scattered in the rays. They can be seen reliably only on the tangential surface and appear as dark-colored dots that usually stretch or swell the rays in which they are found (Figure 10C–F). Unlike most of the other anatomical characters in this manual, radial canals have a scattered

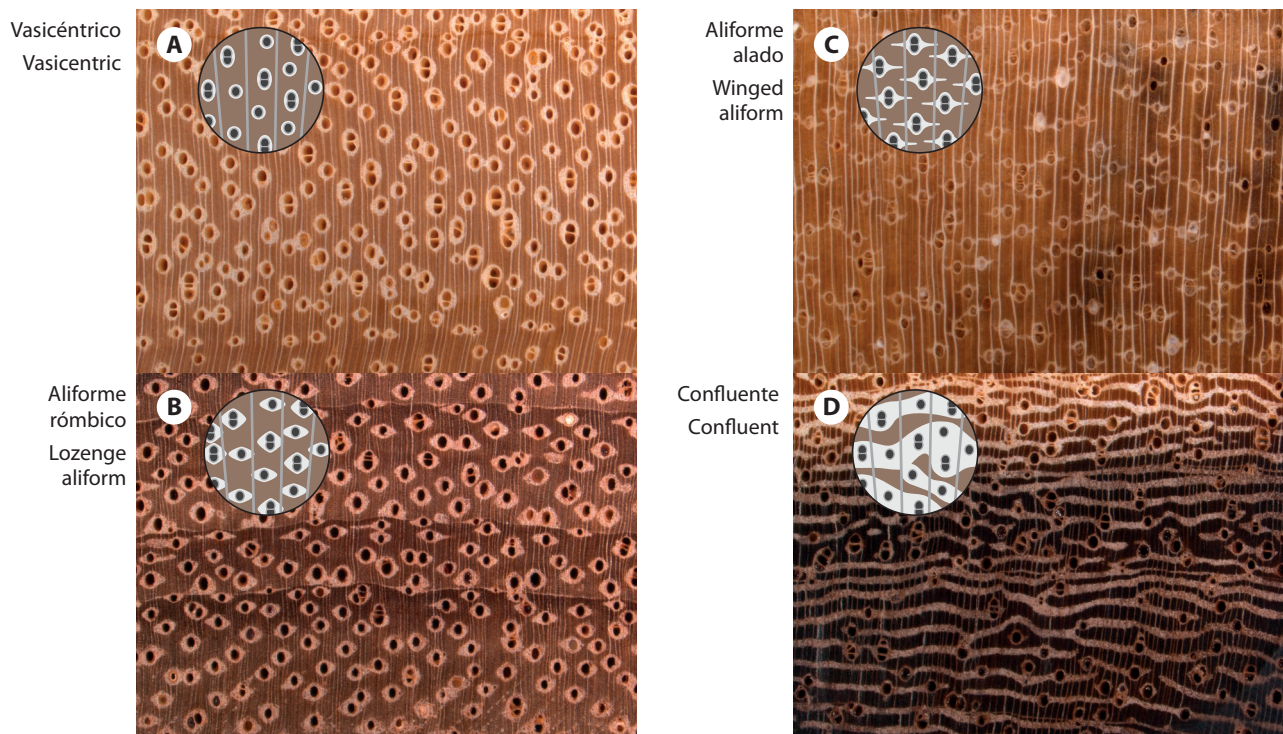


Figura 9. Patrones específicos del parénquima axial. (A) El parénquima paratraqueal vasicéntrico se observa como una vaina uniforme o halo de parénquima alrededor de los vasos o vasos múltiples. (B) El parénquima paratraqueal aliforme rómbico es similar al parénquima vasicéntrico, pero el parénquima que rodea los vasos se extiende tangencialmente con proyecciones cortas y gruesas. (C) El parénquima paratraqueal aliforme alado es más similar al parénquima aliforme rómbico, pero con alas largas y estrechas extendiéndose tangencialmente. (D) El parénquima paratraqueal confluyente se muestra como una serie de vasos conectados por el parénquima paratraqueal aliforme rómbico o alado. Las bandas tangenciales de parénquima conectivas pueden ser estrechas o anchas y pueden conectar desde dos a varios cientos de vasos. Compárese esto con el parénquima apotraqueal bandeado en Figura 8D y nótese las diferencias en las asociaciones con los vasos entre los dos tipos.

Figure 9. Specific axial parenchyma patterns. (A) Vasicentric paratracheal parenchyma appears as an even sheath or halo of parenchyma around the vessels or vessel multiples. (B) Lozenge aliform paratracheal parenchyma appears similar to vasicentric parenchyma, but the parenchyma surrounding the vessels extends tangentially with short, thick projections. (C) Winged aliform paratracheal parenchyma is most similar to lozenge aliform parenchyma, but with narrow, long wings extending tangentially. (D) Confluent paratracheal parenchyma appears like a series of vessels connected by lozenge aliform or winged aliform parenchyma. The connecting, tangential bands of parenchyma can be narrow or wide, and can connect from two to several hundred vessels. Compare this to banded apotracheal parenchyma in Figure 8D and note the differences in association with the vessels in the two.

vasos. El grosor radial del parénquima entre los vasos puede ser estrecho o ancho.

### Tíldes y canales radiales en maderas duras

Aunque la identificación de maderas posee muchos términos y caracteres anatómicos adicionales, solo dos más son necesarios para completar la lista de trabajo de caracteres usados en este manual: tíldes y canales radiales. Las tíldes son excrecencias de las células del parénquima que irrumpen dentro de los vasos y se ven como burbujas o inclusiones angulares brillantes (Figura 10A,B). Las tíldes, en las especies que las poseen, son encontradas típicamente solo en el duramen. Por esta razón, si sospechamos que estamos examinando la albura, no encontraremos tíldes, aún si la madera fuera de una especie en la cual éstas están presentes en el duramen. Los canales radiales son estructuralmente similares a los canales resiníferos axiales de maderas blandas, pero se encuentran dispersos en los radios. La identificación de canales radiales puede ser confiable solo en la superficie tangencial donde éstos se observan como puntos oscuros que usualmente parecen estrechar o expandir los radios en los cuales están presentes (Figura 10C–F). Al contrario de la mayoría de los otros caracteres anatómicos incluidos en este manual, los canales radiales tienen una distribución dispersa, y si

distribución, and if the key or a species description page asks you to look for them, you must prepare a comparatively large tangential surface and observe it carefully; there may only be one or two radial canals per square centimeter of tangential surface (Figure 10C,E, F). If only a small tangential surface can be prepared, this character must be used only in the positive sense. That is, you may only conclude that the wood has them if you observe them; if you do not observe them in a small area you cannot properly conclude that they are absent.

### Growth ring width: plantation or natural stand?

A last anatomical character is the apparent width of the growth rings (Figure 11). Growth ring width is not used to separate different species of wood, but can sometimes be used as an indicator of whether the wood you are examining is from a plantation or a natural stand of trees. Generally speaking, plantation-grown species grow much more rapidly than the same species does in nature, resulting in abnormally wide growth rings. Two commonly grown plantation woods are *Swietenia macrophylla* and *Tectona grandis*, though of the two only *Swietenia* is found in natural stands in Central America. In both species,

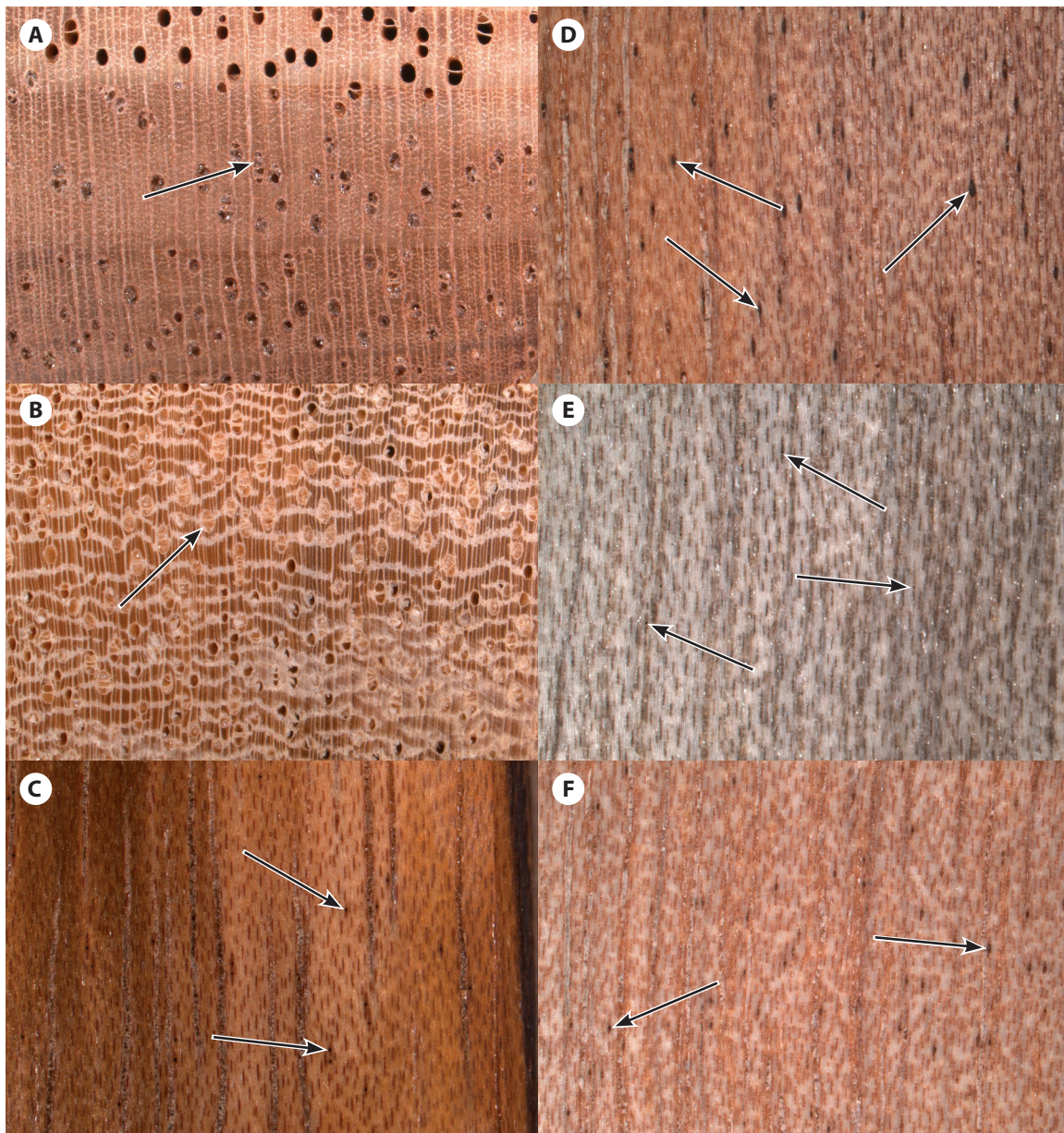


Figura 10. Tíldes y canales radiales en maderas duras. (A,B) Las tíldes son excrecencias de las células del parénquima de aspecto brillante dentro de los vasos en el duramen. Nótese que en la parte superior de (A) se encuentra una zona de albura donde los vasos están vacíos. En algunas especies con tíldes, cada vaso estará completamente lleno de las mismas. (B) En otras especies, los vasos pueden estar solo parcialmente llenos, o solo algunos de los vasos pueden presentar tíldes. Los canales radiales son estructuras especiales embebidas en los radios de ciertas especies. Estos generalmente aparecen como puntos negros o marrón oscuro en radios expandidos, como se indica con las flechas en (C–F), y pueden ser bastante difíciles de observar con una lupa de mano como en (E).

Figure 10. Tyloses and radial canals in hardwoods. Tyloses are shiny-appearing outgrowths of parenchyma cells into vessels in the heartwood (A,B). Note that at the top of (A) is a sapwood zone where the vessels are empty. In some species with tyloses, every vessel will be completely filled by tyloses. (B) In other species, vessels can be only partly filled, or only some of the vessels have tyloses. Radial canals are special structures embedded in the rays of certain species. They generally appear as black or dark brown dots in expanded rays, as noted by arrows in (C–F), and be quite difficult to observe with a hand lens, as in (E).

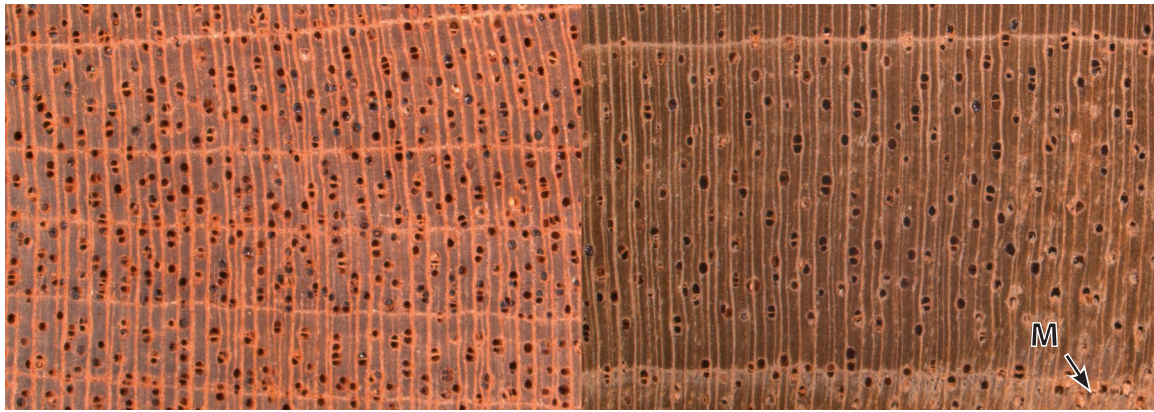


Figura 11. Maderas de crecimiento lento (izquierda) y de crecimiento rápido (derecha). Hay cuatro anillos de crecimiento completos (indicados por la presencia del parénquima marginal) en la imagen de la izquierda. La imagen de la derecha tiene solo un anillo de crecimiento completo en el mismo espacio, y por lo tanto creció a aproximadamente cuatro veces la tasa de crecimiento de la madera de la derecha. Una tasa de crecimiento tan rápida indica probablemente que la madera proviene de una plantación, mientras que la tasa de crecimiento de la izquierda es más típica de un árbol de crecimiento natural.

Figure 11. Slow-grown (left) and fast-grown (right) woods. There are four complete growth rings (as indicated by the presence of marginal parenchyma) in the image on the left. The image on the right has only one complete growth ring in the same space, and thus grew at approximately four times the rate of the wood on the left. A growth rate as fast as this might indicate plantation origin, whereas the growth rate on the left is more typical of a naturally-grown tree.

la clave o una descripción de una especie pide para encontrarlos, debemos preparar una superficie tangencial comparativamente grande y observarlos cuidadosamente; puede haber solo uno o dos canales radiales por centímetro cuadrado de superficie tangencial (Figura 10C,E,F). Si solo se puede preparar una superficie tangencial pequeña, este carácter debe ser usado solo en sentido positivo. Es decir, solo se puede concluir que están presentes en la madera si los observamos; si no los observamos en un área pequeña de superficie, no podemos concluir con propiedad que están ausentes.

### **Anchura del anillo de crecimiento: plantación o rodal natural?**

Un último carácter anatómico es la anchura aparente de los anillos de crecimiento (Figura 11). El ancho de un anillo de crecimiento no es usado para separar diferentes especies de madera, pero algunas veces puede ser usado como un indicador de la proveniencia de la madera que estamos examinando (plantación o rodal natural de árboles). En general, las especies de plantaciones crecen mucho más rápido que las mismas especies en la naturaleza o rodales naturales, resultando en una anchura de anillos de crecimiento anormal. Dos maderas comúnmente cultivadas en plantaciones son *Swietenia macrophylla* y *Tectona grandis*, pero en Centroamérica solo *Swietenia* es también encontrada en rodales naturales. En ambas especies el material proveniente de plantaciones típicamente tiene menos anillos de crecimiento por centímetro; algunos árboles de plantaciones crecen tan rápidamente que medimos los centímetros por anillo de crecimiento, en vez de anillos de crecimiento por centímetro. Tengamos en mente que la tasa de crecimiento no es una manera definitiva de determinar el origen de la madera. Por ejemplo, si estamos examinando una carga de *Swietenia* con 4 ó 5 anillos de crecimiento por centímetro y el que la envía declara que el material proviene de una plantación, sería conveniente investigar un poco más su declaración; tal tasa de crecimiento sería más típica de un material de origen natural y el lote de madera podría haber sido cosechado ilegalmente.

plantation-grown material typically has fewer growth rings per centimeter; some plantation trees grow so rapidly that you measure the centimeters per growth ring rather than rings per centimeter. Please keep in mind that growth rate is not a definitive way to determine the origin of a timber. If you are examining a shipment of *Swietenia* with 4 or 5 growth rings per centimeter and the shipper tells you it is plantation material, it might be appropriate to further investigate their claims; such a growth rate would be more typical of naturally grown material, and such a shipment might have been harvested illegally.





# Identificación de las Especies Maderables de Centroamérica

## Identification of Central American Woods

Alex C. Wiedenhoft, 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.