



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

## RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

# CATÁLOGO DE COLORES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS

**Alejandra María Ramírez Arango, Julio César Bermúdez Escovar, Carol Liliana Fajardo García**

**Universidad del Tolima  
Ibagué, Colombia**

### Resumen

Los colores de las maderas o tonalidades son realmente infinitos, no existen dos árboles iguales, no podemos obviar que existen miles de especies en diferentes zonas y en distintos climas con características muy diferentes. Con el catálogo de colores para la identificación de maderas, se buscó desarrollar un método académico para la identificación de los colores de las maderas a partir de un código de colores. Para el logro de este objetivo, se seleccionaron 50 muestras de madera disponibles en el Laboratorio de Tecnología de la Madera (LTM) de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima, las cuales fueron debidamente identificadas y cepilladas para resaltar el color natural de la madera. Se obtuvo una colección fotográfica de las maderas en estado seco y húmedo y con la ayuda del software (Adobe Photoshop profesional CC) se obtuvieron los colores en LAB y RGB, con una muestra de 30 colores distribuidos al azar en toda la imagen. Contrarrestando la información a través del uso de un colorímetro digital portátil con el que se midió el color de cada una de las muestras en ambos estados. Como resultado, se obtuvo un catálogo de colores para 50 especies de maderas colombianas, en estado húmedo y seco, en el cual se adicionó una paleta de colores para la descripción del color de especies no incluidas aún en el catálogo. Esta herramienta, se viene empleando en las clases de Anatomía de la Madera de la Universidad del Tolima en el último año como proceso de verificación de su uso, y los resultados iniciales son bastante alentadores, en el sentido que los estudiantes han manifestado un manejo más sencillo y fácil de comprender que la herramienta anterior. Ahora el reto, es incrementar las especies comerciales y buscar llegar a los organismos de vigilancia y control ambiental con miras a impactar positivamente su formación y la posibilidad de mejorar sus herramientas de trabajo y contribuir a la disminución del tráfico de la madera en Colombia.

**Palabras clave:** anatomía de la madera; comercio ilegal; organoléptico

## Abstract

*The colors of the woods or tonalities are infinite, there are no two trees, and we cannot forget that there are thousands of species in different areas and in different climates with very different characteristics. With the catalog of colors for the identification of woods, we sought to develop an academic method for the identification of the colors of the woods from a color code. To achieve this goal, 50 wood samples available from Laboratorio de Tecnología de la Madera (LTM) of the Facultad de Ingeniería Forestal of the Universidad del Tolima were selected and identified and brushed to highlight the natural color of the wood. A photographic collection of the woods in a dry and wet state was obtained and with the help of the software (Adobe Photoshop Professional CC) colors were obtained in LAB and RGB, with a sample of 30 colors randomly distributed throughout the image. Countering the information through the use of a portable digital colorimeter with which the color of each of the samples was measured in both states. As a result, a catalog of colors was obtained for 50 Colombian wood species, in wet and dry state, in which a color palette was added for the description of the color of species not yet included in the catalog. This tool has been used in the Wood Anatomy classes of the Universidad del Tolima in the last year as a process of verification of its use, and the initial results are quite encouraging, in the sense that the students have shown more easy management and easy to understand than the previous tool. Now the challenge is to increase commercial species and seek to reach the environmental monitoring and control agencies with a view to positively impact their training and the possibility of improving their work tools and contribute to the reduction of wood traffic in Colombia.*

**Keywords:** *anatomy of wood; illegal commerce; organoleptic*

## 1. Introducción

De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente, (2002) “el aumento del tráfico ilegal de maderas silvestres es un problema progresivo que amenaza la subsistencia de diversas especies arbóreas y maderables, especialmente de aquellas con un alto valor comercial en los mercados nacionales e internacionales. En Colombia el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2007), determinó las especies maderables colombianas en peligro de extinción por su alta explotación, las cuales se encuentran amparadas por restricciones en su aprovechamiento y comercialización por parte del Gobierno Nacional a través de las Corporaciones Autónomas Regionales CAR.

El tráfico ilegal de especies maderables ha conllevado a que el Estado por medio de las Corporaciones Autónomas Regionales y otras entidades nacionales y extranjeras dieran inicio al pacto intersectorial por la madera legal del país, como un mecanismo de control a la ilegalidad. Según Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012) “el Pacto Intersectorial por la Madera Legal es una alianza público privada que busca asegurar que la madera extraída, transportada, transformada, comercializada y utilizada provenga exclusivamente de fuentes legales”.

En Colombia la ilegalidad presentada durante la explotación y transporte de las especies, se presenta bajo actividades como: la alteración de documentos públicos de control (salvoconducto); lo que conlleva a que las autoridades tengan que realizar en el puesto de control de manera rápida la identificación de la madera de las especies transportadas. Durante la identificación de las especies en los retenes de control, los funcionarios utilizan herramientas manuales (lupas y claves de identificación macroscópicas dicotómicas); estas herramientas son más precisas siempre y cuando se tenga la experiencia necesaria en su manejo.

La identificación de las maderas en campo, se realiza en principio teniendo en cuenta variables según el aspecto de las piezas de madera (las cuales son subjetivas) entre las que se encuentra el color, que varía según el estado de las maderas y la influencia de factores externos como el clima, por lo cual se necesita de una herramienta que precise y clasifique con más exactitud el color de la madera de las especies, lo que contribuye en la identificación y descripción de la madera, con lo cual se podrá realizar un control más eficiente de la madera ilegal en el país.

Con este catálogo de colores para la identificación de las maderas de especies comercializadas en Colombia, se busca resaltar la importancia del control en el tráfico de madera ilegal, de igual forma desarrollar un método académico para la identificación y descripción de los colores de las maderas a partir de un código de colores con base en un registro fotográfico.

## 2. Materiales y métodos

La elaboración del catálogo estuvo compuesta de las siguientes etapas: Preparación de muestras de maderas, captura de imágenes, procesamiento digital de imagen, obtención del color y verificación y contraste del color.

**Preparación de muestras:** Se seleccionaron 50 muestras de madera de dimensiones aproximadas de 20 cm de ancho por 30 cm largo y un espesor de 2 cm, disponibles en el Laboratorio de Tecnología de la Madera (LTM) de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima, las cuales fueron debidamente identificadas y cepilladas para resaltar el color natural de la madera.

**Captura de imágenes:** Se obtuvo una colección fotográfica de las maderas de las 50 especies seleccionadas en estado seco y húmedo (saturadas 72 horas en agua). De las muestras de maderas disponibles se seleccionaron 10 de ellas que se utilizaron para desarrollar los demos en ambos estados (seco y húmedo), las muestras de madera se seleccionaron teniendo en cuenta las características de tonalidad, textura y color que tengan mayor diferencia o con una representatividad de colores evidente.

En ambos estados (seco y húmedo) se realizaron sus correspondientes capturas de imágenes. La captura se obtuvo con imágenes en formato RAW, el esquema que se trabajó fue con una cámara fotográfica profesional 6D con lente 24-105 marca Canon®, la iluminación que se estableció fue producida con kit de luces fotográficas con tres cabezas de 900 Watts.

**Procesamiento digital de la imagen:** Luego de obtener las fotografías o imágenes en formato RAW de cada una de las 50 muestras de madera en seco y húmedo, se utilizó el software Adobe Photoshop profesional CC, con el fin de balancear los colores y tonos de las imágenes, además de corregir colores y tonos de las fotos como sombras, luces y tonos medios que presentan las muestras de maderas con el fin de obtener el color lo más real posible para la edición.

**Obtención de colores:** Con las imágenes procesadas, y con la ayuda del software (Adobe Photoshop profesional CC) se obtuvieron los colores en LAB y RGB, con una muestra de 30 colores distribuidos al azar en toda la imagen.

**Verificación y contraste del color:** Con la ayuda de un colorímetro digital portátil se midió el color de cada muestra en estado húmedo y seco, también se tomaron 30 muestras al azar para garantizar la mayor variabilidad en los tonos presentados en la muestra de madera. Los datos obtenidos con el colorímetro son en unidades de LAB y luego convertidos a RGB con la ayuda de la página web (<https://www.nixsensor.com/>).

### 3. Manejo del catálogo de colores

El catálogo de colores es una herramienta innovadora en Colombia, un sistema de consulta que busca aportar a la política nacional ambiental, considerando que para la identificación de las maderas en los puestos de control y vigilancia del tráfico ilegal de la madera, realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales en conjunto con la Policía Nacional, en los cuales se presentan dificultades para la identificación por las condiciones de humedad de las piezas de madera y la subjetividad de los colores observados en las mismas.

El Catálogo de Colores es un sistema de consulta a manera de catálogo basado en los sistemas de colores CIELAB y RGB para cincuenta especies de maderas comercializadas en Colombia (Actualmente para determinar el color de la madera de las especies, se utilizan las tablas de colores para suelos y vegetales de Munsell), buscando establecerse como una herramienta que contribuya a facilitar la descripción de las maderas de especies movilizadas en el país, mediante una determinación mucho más precisa de los colores de las maderas y como una base científica para futuras investigaciones como por ejemplo la estructuración de claves de identificación interactivas para madera que facilitarían aún más el control sobre la madera ilegal.

El color de la madera ayuda a describir e identificar en campo o laboratorio, la especie a manipular. El color puede oscurecerse dependiendo del estado de humedad que se encuentre la pieza de madera. La subjetividad visual dificulta la tarea de comparar los colores de las piezas de madera a las muestras de color en tablas y asignar una anotación de color. El color en las maderas no se puede normalizar con facilidad y se recomienda evaluar las piezas en estado húmedo y seco. El uso de un colorímetro portátil para determinar el color de piezas de maderas mediante el catálogo de colores buscar ayudar a reducir la subjetividad.

El catálogo de colores para la identificación de maderas utiliza magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse una respuesta de los

observadores patrones a un estímulo luminoso. Tratando de imitar a los observadores reales, estas respuestas dependen del tipo de estímulo y del blanco de referencia.

El espacio de color CIELAB es un sistema coordinado cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  magnitudes adimensionales. La coordenada  $L^*$  recibe el nombre de Claridad y puede tomar valores entre 0 y 100. La coordenada  $a^*$  define la desviación del punto acromático correspondiente a la Claridad, hacia el rojo si  $a^* > 0$ , hacia el verde si  $a^* < 0$ . Análogamente la coordenada  $b^*$  define la desviación hacia el amarillo si  $b^* > 0$ , hacia el azul si  $b^* < 0$ . El conjunto  $a^*$ ,  $b^*$  recibe el nombre de Cromaticidad y junto con la Claridad definen el color de un estímulo. (Echávarri, 2006).

RGB se trata de un modelo que mezcla tres canales: Red, Green, Blue (Rojo, Verde y Azul) permite describir los colores en función de la presencia o ausencia de sus tres colores primarios. Así, el color (0, 0, 0) representa la ausencia total de color, es decir, el negro. Por su parte, si hablamos de una imagen cuya profundidad de color es de 8 bits, el color (255, 255, 255) representa el blanco puro. (dzoom, 2018).

La determinación visual del color de la madera de una especie a identificar, por medio del catálogo de colores, se inicia teniendo en cuenta, si la pieza de madera se encuentra en estado verde o seco, luego con base en las características macroscópicas de la misma, se busca la o las especies que se considere que coinciden con dichas características y se compara la pieza o una muestra de ella con las imágenes de cada especie seleccionada.

Para lograr un mejor resultado al realizar la comparación con las imágenes de la(s) especie(s) seleccionada(s), se ubica la pieza o una muestra de ella, atrás del orificio que se encuentra en la parte inferior derecha de cada imagen y se determina la semejanza de los colores ratificando la identificación de la especie, realizada previamente, tal como se aprecia en la Figura 1.



Figura 1. Estudiante de Ingeniería Forestal haciendo uso del catálogo de colores.  
Fuente: Autores

El color de la madera es un complemento de las características macroscópicas de la misma que contribuye a la identificación de una especie, por lo que el catálogo se ha empleado con éxito en la descripción de las especies realizada en los laboratorios de las asignaturas de Anatomía de la Madera, en donde los estudiantes han manifestado una mejor facilidad de uso en comparación con la Tabla Munsell que se empleaba antes y también la posibilidad de ingresar los datos de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  en el conversor nix Color Sensor ([www.nixsensor.com](http://www.nixsensor.com)), lo que permite una mejor identificación y conocimiento de los colores.

#### 4. Variación del color

El color según Sir Isaac Newton es una sensación que se produce en respuesta a una estimulación nerviosa del ojo, causada por una longitud de onda luminosa. Según Enciclopedia EcuRed (2013) "La teoría del color es un grupo de reglas básicas en la mezcla de percepción de colores para conseguir el efecto deseado combinando colores de luz o combinando colores reflejados en pigmento".

De acuerdo con portal web fotonastra "Se han elaborado distintos modelos de color y existen diferencias en la construcción de los círculos cromáticos que responden a cada modelo. El avance que significaron los estudios de Newton es la posibilidad de identificar objetiva y no subjetivamente un color nominándolo por las mezclas con las que fue creado. Muchos sistemas de nomenclatura usados hoy derivan de este primer intento. Actualmente, uno de los más aceptados es el modelo de Albert Munsell (1858-1918) basado en: Tono-Saturación-Valor (HSV). Otro modelo actual para destacar es el modelo CMYK (basado en los colores Cyan, Magenta, Amarillo, Negro). El modelo RGB (basado en los primarios luz, rojo, verde y azul). El sistema de color Pantone (para definir colores en impresos con tintas)".

El espacio CIELab, (también conocido como CIE94) fue establecido por la Comisión Internacional de L'Eclairage, se definen las magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso. Tratando de imitar a los observadores reales, estas respuestas se hacen depender del tipo de estímulo y del blanco de referencia. Los estímulos dependientes aparecen a los observadores reales como estímulos no autoluminosos, es el caso de cualquier superficie o material no emisor de luz. La coordenada  $L^*$  recibe el nombre de claridad y puede tomar valores entre 0 y 100, para estímulos independientes toma siempre el valor 100 y no sirve para su especificación. Las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$  forman un plano perpendicular a la claridad. La coordenada  $a^*$  define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad, hacia el rojo si  $a^* > 0$ , hacia el verde si  $a^* < 0$ . Análogamente la coordenada  $b^*$  define la desviación hacia el amarillo si  $b^* > 0$ , hacia el azul si  $b^* < 0$  (Domínguez *et. al.*, 2012).

Para el caso de las maderas estudiadas los resultados del color encontrados (Figura 2) se ubican en los cuadrantes  $+a^*$  y  $+b^*$  que corresponden al color rojo y amarillo, respectivamente. Para las coordenadas de cromaticidad  $a^*$  varía de 1,0 a 26,0 y para  $b^*$  de 8,0 a 53,0. Por los resultados obtenidos el color de las maderas corresponde a colores que van desde el beige hasta el café oscuro y marrón con presencia de saturaciones de amarillo.

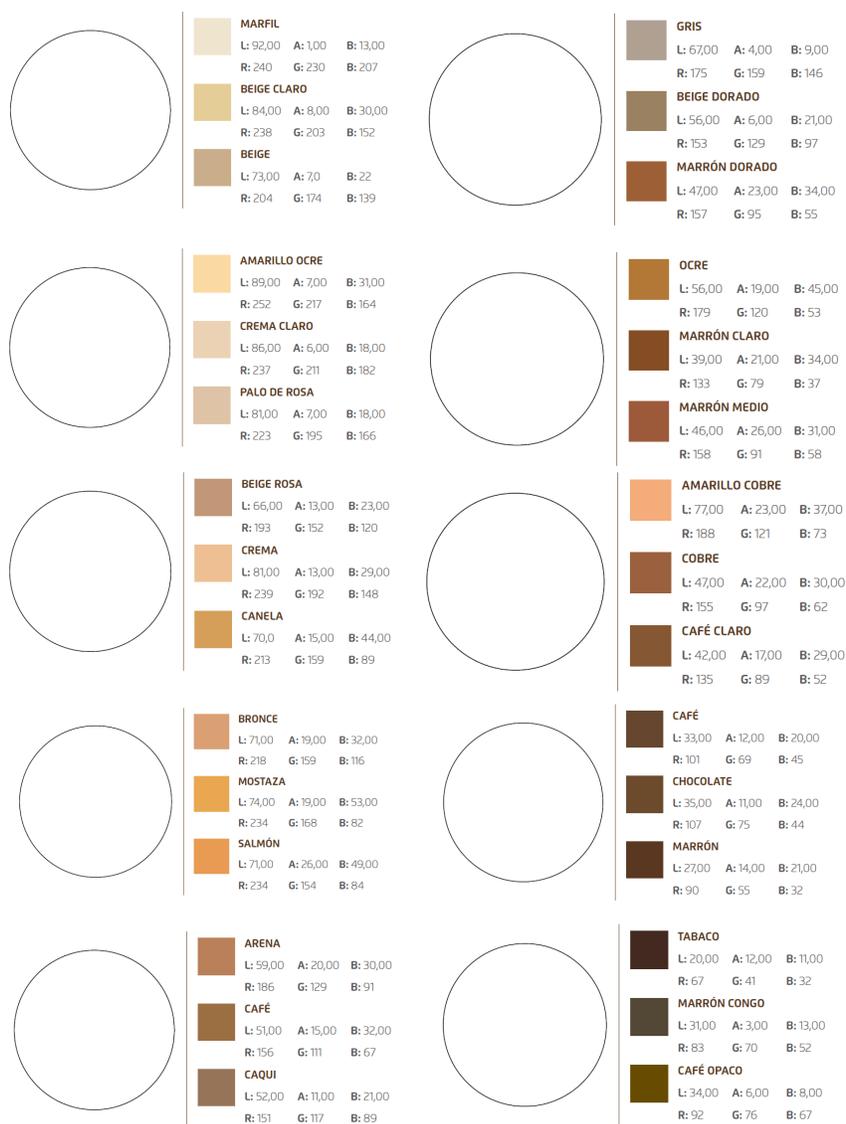


Figura 2. Página del Catálogo de Colores que reúne las tonalidades encontradas.

Fuente: Autores

Las variaciones en el color son notorias con una alta variabilidad entre muestras y al interior de cada madera, lo que evidencia la dificultad de describir adecuadamente el color en las maderas, especialmente en aquellas que cuentan con albura y duramen. Es necesario, ampliar las especies estudiadas y tratar de incluir aquellas que son de colores rojos intensos, morados, verdes y naranjas para ampliar el espectro de medición.

## 5. Conclusiones

Los colores de las maderas estudiadas se ubican en los cuadrantes  $+a^*$  y  $+b^*$  que corresponden al color rojo y amarillo, respectivamente. Para las coordenadas de cromaticidad  $a^*$  varía de 1,0 a 26,0 y para  $b^*$  de 8,0 a 53,0. Por los resultados obtenidos el color de las maderas corresponde a colores que van desde el beige hasta el café oscuro y marrón con presencia de saturaciones de amarillo.

En los trabajos de laboratorio llevados a cabo con los estudiantes del programa de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima, en la asignatura de Anatomía de la Madera, se ha evidenciado una mayor comprensión del tema del color con el uso del Catálogo en comparación con el empleo del método de la tabla Munsell, ya que les permite a los estudiantes una mejor identificación de los colores y la importancia de su clasificación.

Se hace necesario seguir probando la herramienta y realizar comparaciones con otros métodos, así como la intención de ampliar las especies analizadas con el objetivo de incluir maderas de colores como el rojo, el violeta, el naranja y el verde.

## Bibliografía

- Domínguez S., J. M., Román G., A. D., Prieto G., F. y Acevedo S., O. (2012). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 3 Núm. 1 pp. 141-155.
- dzoom (2018). RGB, CMYK, LAB: Todo lo que necesitas saber sobre los modos de color. [www.dzoom.org.es](http://www.dzoom.org.es).
- Echávarri Granado José Federico (2006). La medida práctica del color. El color del vino. Universidad de la Rioja, 15 p.
- EcuRed. (2012). Teoría del color. Recuperado de [http://www.ecured.cu/index.php/Teor%C3%ADa\\_del\\_color](http://www.ecured.cu/index.php/Teor%C3%ADa_del_color)
- Fotonostra. (Sin año de publicación). Modos y modelos de color. Recuperado de <http://www.fotonostra.com/grafico/modeloscolor.htm>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4, Especies maderables amenazadas. Bogotá D.C. pp 234
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Madera legal. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?conID=8528&catID=1341>

## Sobre los autores

- **Alejandra María Ramírez Arango:** Ingeniero Forestal, Especialista en Gestión Agroambiental, Máster en Productos Forestales. Universidad del Tolima. Profesora asistente. [amramireza@ut.edu.co](mailto:amramireza@ut.edu.co)

- **Julio César Bermúdez Escovar:** Ingeniero Forestal, Máster Ciencias e Ingeniería con énfasis en Ingeniería de los procesos de los recursos naturales de la Universidad de Shimane Japón. Universidad del Tolima. Profesor asistente. jcbermudez@ut.edu.co
- **Carol Liliana Fajardo García:** Administradora de empresas, Tecnóloga en Dibujo Arquitectónico y de Ingeniería, Especialista en Producción, Transformación y Comercialización de la Madera. Auxiliar del Laboratorio de Tecnología de la Madera. Universidad del Tolima. cfajardo@ut.edu.co

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)