



Sixth Framework Programme (2002-2006)

**MEDICIÓN DE DENSIDAD DE MADERA EN ÁRBOLES
TROPICALES
*MANUAL DE CAMPO***

Author

Dr. Jerome Chave

(chave@cict.fr)

Lab. Evolution et Diversité Biologique

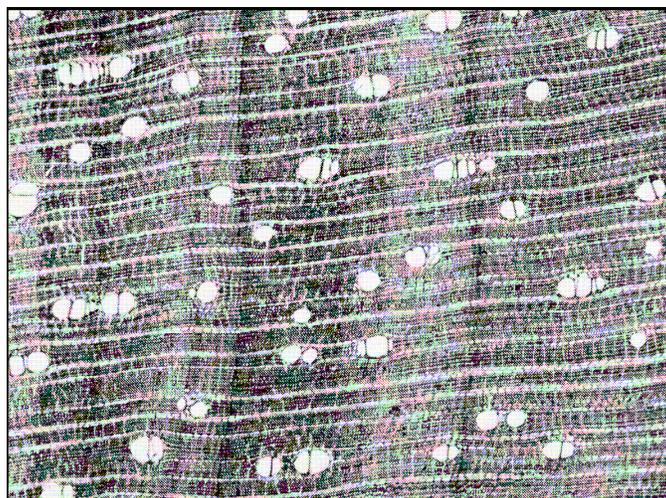
Université Paul Sabatier

31000 Toulouse, France



1- INTRODUCCIÓN

La madera es un tejido biológico compuesto de células o traqueidas, y de paredes compuestas de lignina. Las traqueidas son vías de conducción, algo así como canales estrechos repletos de agua, que transportan la savia a lo largo del tronco. La densidad de madera de un árbol es una variable interesante porque informa sobre la cantidad de carbono que la planta destina al costo de construcción. La densidad de madera varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie. Además, las ramas y las partes exteriores del tronco tienden a presentar densidades de madera más bajas que la médula del tronco.



Sección transversal de un tronco, donde las traqueidas son claramente visibles.

Hay muchas definiciones de densidad de madera. Los forestales miden el peso seco de un determinado volumen de madera (secado con aire, con equipo especializado (estufas de aire) para eliminar la humedad). Dependiendo del país, la convención de “secado con aire” varía: la fracción de agua restante en la muestra de madera puede ser del 12% al 15%. Esta falta de homogeneidad metodológica provoca confusiones en la literatura científica. En el presente estudio, la densidad de madera se define como el cociente entre el la masa del material seco con estufa, dividido por la masa del agua desplazada y por su volumen verde (gravedad específica de madera o GSM, WSG en inglés). Este valor requiere de mediciones del peso de la madera seca, combinado con mediciones del volumen verde.

2- COLECCIÓN DE MUESTRAS DE MADERA EN EL CAMPO

Es necesario extraer pequeñas piezas de madera del árbol empleando un utensilio forestal conocido como “barreno de incremento” (increment borer). Este utensilio está formado por tres piezas (Figura 1): una manivela, un incisor de madera y un extractor. La barreno de incremento es un material que extrae una pequeña muestra cilíndrica de madera del árbol. La manivela es perpendicular a las barras de incisión y extracción y está hueca en su interior. El incisor de madera y la barra extractora se pueden guardar en su interior, cuando no se usan. La barra extractora es un semi-cilindro que se desliza en el interior de la barra incisora y permite retirar el core (muestra) de madera. El incisor de madera está hecho de una aleación especial de metales, asegurando su robustez, ya que esta pieza tiene que perforar la madera y crear el core, que será extraído por la barra de extracción. A pesar de su robustez, la barra incisora es la parte más frágil del material y se rompe con facilidad si el usuario fuerza su entrada en madera de alta densidad, con demasiada energía. Vamos a usar una barra Suunto de 16” (pulgadas), con dos roscas. El diámetro interior de la barra es de 5.10 milímetros.

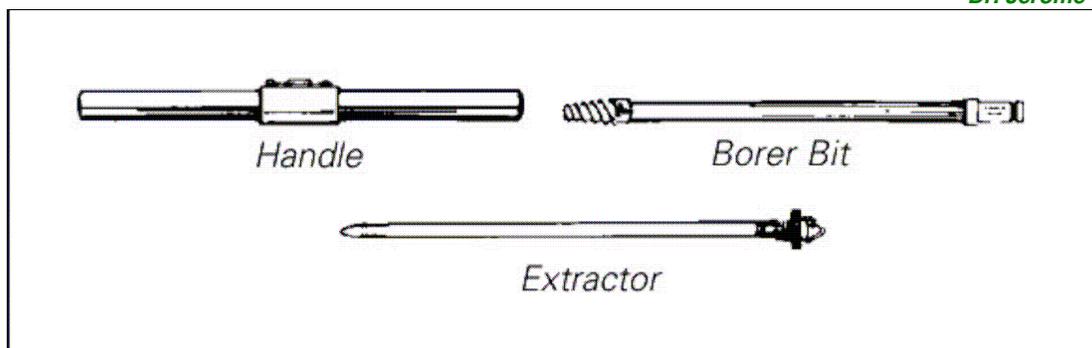


Figura 1: Las tres piezas del barreno de incremento.



Figura 2: Cómo montar un barreno de incremento.

A continuación pasamos a describir los pasos a realizar para coleccionar muestras de madera con un barreno de incremento:

1. Elegir un árbol adecuado (fuera de las parcelas de medición). Anotar la especie del árbol, su número de identificación y su ABP (altura base pecho) (DBH). El árbol debe tener entre 10 y 30 centímetros de DBH. En la región donde se pretende extraer el core se debe retirar con una navaja cualquier elemento adherido a la corteza (e.g. briófitos), así como la propia parte exterior de la corteza. De forma ideal, la extracción del core de madera debería realizarse a la altura del tronco a la que el usuario tenga estabilidad y pueda optimizar su fuerza. Para una persona de 1.70 metros, una altura adecuada sería aproximadamente un poco más arriba de la altura de su cintura: 1.10 metros. Por debajo de esta altura, el usuario tendría que inclinarse en exceso para hacer fuerza, y mucho más arriba tendría dificultades para reclinar su peso sobre la barra de extracción. La extracción del core de madera debe ser realizado por una sola persona, para mantener la homogeneidad de la extracción. Otra persona puede ayudar con el material para guardar el core (e.g. una pequeña bolsa debidamente identificada) y con las piezas del barreno de incremento que no se utilizan en la primera fase (e.g barra de extracción)
2. Desenroscar la tuerca al final de la manivela (figura 2). Es el extractor que mantiene la pieza dentro de la manivela o manija. El paso siguiente es insertar la barra de incisión dentro de la manivela. Coloca el lado cuadrangular dentro del orificio de la manivela y ajusta el final de la pieza con el seguro, para mantener la barra de incisión dentro de la manivela. La barra de incisión está lista para ser empleada.

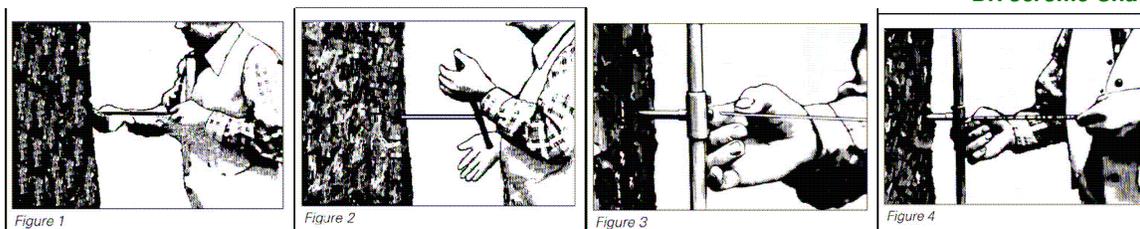


Figura 3: *Diversos pasos en el proceso de extracción de un core de madera*

3. La mayor dificultad está en comenzar la incisión del core en el árbol. Para iniciar el proceso de extracción, sostén la manivela justo detrás de las dos piezas, como muestra la figura 3. Reclínate sobre la barra para proporcionar la mayor presión posible. Pausadamente, comienza a girar la manivela hasta que las dos piezas de cuerda se hayan enroscado completamente y contribuyan al proceso de extracción. No se debe emplear NUNCA fuerza bruta para iniciar el proceso de barrenado en el árbol. El responsable del core NO tiene que ser el más fuerte sino el que tenga una mayor estabilidad. Si después de tres intentos no puedes conseguir introducir el final de la barra de extracción en el tronco, la madera es demasiado dura. Es aconsejable no insistir pues probablemente sólo resulte en la ruptura de la barra de incisión. Para madera dura, suele ser de gran ayuda atar una cuerda alrededor del tronco y del barreno de incremento (figura 4). Cuando comiences a girar la manivela, la tensión de la cuerda incrementará, ayudando la entrada de la barra extractora en el tronco.

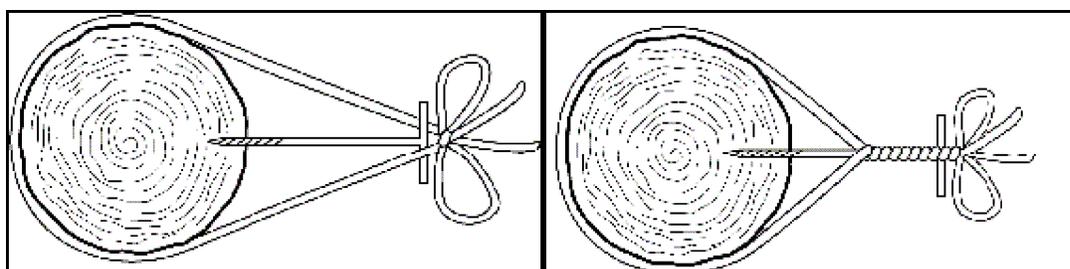


Figura 4: *Empleo de una cuerda para facilitar el proceso de core en el árbol.*

4. Una vez que las dos partes de la manivela participan en el avance de la barra de incisión, puedes retirarte un poco del barreno de incremento y comenzar a girar la manivela (Figura 3). La pieza de extracción comenzará a penetrar el tronco. Las maderas duras requieren una cantidad considerable de energía y fuerza. Si en el proceso de avance alcanzas una sección de madera podrida (lo notarás de inmediato por la facilidad de avance) retrocede de inmediato o la pieza incisora puede ser increíblemente difícil de retirar (las dos asas de la manivela no contribuyen al retroceso si no están afianzadas en madera). Es recomendable incisar el árbol hasta pasar la médula del tronco. De forma visual, para investigar la profundidad de la barra de incisión –y la longitud del core-, puedes colocar la barra de extracción al lado del árbol, paralela al barreno de incremento, ya que tiene la misma longitud que la barra de incisión.
5. Cuando se ha alcanzado la profundidad de extracción adecuada, retira la pieza de incisión girándola completamente, introduce la barra extractora en el espacio hueco del barreno de incremento. Eleva ligeramente el final de la barra de extracción al introducirlo en el barreno de incremento, para asegurar que la parte inicial se coloca debajo del core. Introduce la barra extractora en toda su longitud. Dependiendo de las especies de árbol, es posible que tengas que ejercer cierta presión con la palma de la mano al final del avance de la barra. Nunca introduzcas la barra extractora con ayuda de un martillo u otro utensilio.
6. Retira lentamente la barra de extracción de la manivela o manija de incremento. Deberías recuperar un core intacto. Retira el barreno de incremento del árbol tan rápido como sea posible, para evitar que se quede “congelada” en el árbol. Un “apoyo de golf” (tee), de

madera suele ser útil para desalojar el material al final de la barra (BORER BIT). Si experimentas retorcimiento en el material o ruptura de cores, limpia y engrasa con aceite la barreno de incremento (dentro y fuera).

7. La creencia actual considera que la herida hecha por el core cicatrizará rápidamente, y no es aconsejable tratar o taponar el agujero con ninguna sustancia u objeto. Taponar el orificio de extracción puede facilitar el desarrollo de hongos.



Figura 5: Core de madera en el extractor.

8. Coloca el core inmediatamente en una cañita de plástico, como las que se emplean para beber, tapona los extremos y marca la muestra con un número identificador ID (este número debe repetir el marcado en la hoja de campo, que contiene información adicional sobre el árbol y el lugar). Si se rompe el core, puedes decidir quedarte sólo con las dos o tres partes más largas (el objetivo no es leer los anillos de crecimiento). Resguarda las cañitas de plástico en un container mientras estés en el campo.
9. Los barrenos de incremento deben limpiarse después de cada colecta y antes de guardarlas. La colecta de buenos cores de los árboles o ramas depende en gran medida del estado del barreno de incremento. La sabia del árbol y la humedad pueden rayar o dañar la barra, volviéndola inservible. Las especies de Sapotaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, y Moraceae, en particular, suelen producir sabia en abundancia. Para limpiar la barra, utiliza lubricante o cualquier aceite ligero, con ayuda de un pañuelo o pieza de ropa. Si la pieza interna se oxida, substituye el pañuelo por lana de acero. Como cualquier otro equipo para perforar, el barreno de incremento debe estar bien afilada para funcionar adecuadamente. Una barra bien afilada, extraerá numerosos cores antes de necesitar ser afilada de nuevo. La madera de alta densidad desafilará la barra antes que la madera de baja densidad. Asegúrate que todas las partes del material están secas antes de guardarlo. Para guardar la barra, gira el seguro en dirección opuesta y extrae la pieza interna. Coloca la barra extractora dentro de esta pieza y ambas dentro de la manivela o manija. Enrosca la manivela fuertemente. Guarda el material en un lugar seco.

Antes de ir al campo, el equipo debería revisar que las siguientes piezas están disponibles:

- 1) El barreno de incremento
- 2) Un trozo de cuerda (al menos 2 metros)
- 3) Una cinta de DBH
- 4) Una lista de los árboles a muestrear.
- 5) Una pieza de papel donde escribir los resultados.
- 6) Cañitas de plástico donde colocar las muestras de madera.

Los resultados deben introducirse en una base de datos, como EXCEL, con las siguientes columnas:

Datos colectados en el campo

- 1-Número de muestra
- 2-Identificación de la placa del árbol (si existe)
- 3-Especie
- 4-Diámetro
- 5-Notas

Datos colectados en el laboratorio

- 1-Volumen fresco
- 2-Peso seco en el horno.

El número de muestra debería adjuntarse a la muestra y ser inambiguo. Por ejemplo: muestra 1 par Korup puede llamarse KOR-WD001 (primera muestra para el proyecto de densidad de madera, en Korup). El segundo KOR-WD002, y así sucesivamente. Si el core se ha roto, anota una numeración diferente para cada parte (por ejemplo: KOR-WD002a, KOR-WD002b, etc). Si existe una placa para el árbol, anótala, sino, esa columna se deja vacía. El nombre de la especie y el diámetro son variables esenciales del trabajo de campo. Anotaciones adicionales pueden describir la forma del árbol (irregular, con contrafuertes, hueco, etc).

3- MEDIDAS DE LABORATORIO

Para las mediciones del volumen verde, la muestra debe mantenerse a humedad constante. En el laboratorio, coloca todo el core dentro de agua, durante media hora, para asegurar distribución homogénea del agua. El volumen verde puede ser medido de dos formas diferentes:

- 1- El método dimensional: uno calcula el volumen del core de madera, asumiendo que tiene una forma cilíndrica regular. Para ello es necesario medir la longitud total del core y su diámetro en puntos diferentes, con un "Calliper", evitando hacer presión con los filos del "calliper" sobre la madera. Si L es la longitud total de la muestra y D la media del diámetro, el volumen de la muestra se calcula según la fórmula:

$$\Pi/4 (D^2 L).$$

- 2- El método del desplazamiento de agua permite mediciones sencillas y confiables de volúmenes de madera de forma irregular. Un container capaz de dar cabida a la muestra se llena de agua y se coloca en una balanza de precisión de al menos 0.001 gramos. La balanza se tara (re-coloca a cero). La muestra de madera se coloca en el agua, hasta estar totalmente sumergida. No se debe llenar el container totalmente con agua, para que quepa la muestra. La muestra no debe tocar los extremos del container ni el fondo y debe mantenerse sumergida con la ayuda de una pinza o aguja, como indica la figura 6. El peso del agua desplazada es igual al volumen de la muestra (ya que el agua tiene una densidad de 1). Esto se conoce como el teorema de Pitágoras. La balanza electrónica debe ser tarada después de cada medición.

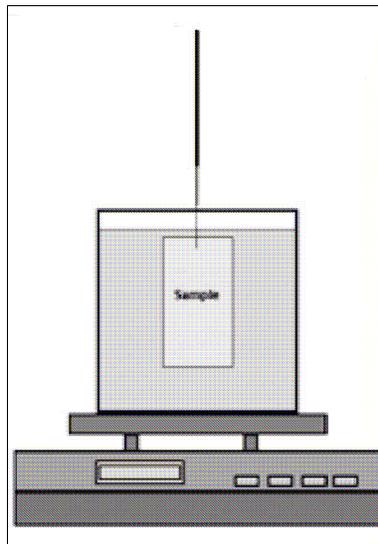


Figura 6: Diagrama del método del desplazamiento del agua para medir el volumen del core de madera. El core se fuerza a sumergirse en el agua con la ayuda de una pequeña pinza o aguja. El core no debe tocar los bordes ni el fondo del container. Cuando la muestra está sumergida, el nivel del agua sube, y para la balanza, este incremento en el nivel del agua es como si hubiéramos añadido la misma cantidad de agua que el equivale al volumen de la muestra, que es el volumen desplazado. Por lo tanto, la lectura de la balanza digital es igual al volumen del core (con la equivalencia de $1\text{ g} = 1\text{ cm}^3$).

El peso secado en el horno se mide con la misma muestra, secándola en un horno bien ventilado, hasta que alcance un peso constante (lo cual conlleva, generalmente 48 o 72 horas). El secado depende de la calidad de la máquina de secado y es necesario comprobar la hipótesis de peso constante, pesando las muestras a intervalos regulares. Las muestras deben pesarse inmediatamente después de haberse retirado del horno, porque el aire en el trópico suele estar saturado de agua.

Realizamos una comparación directa del método geométrico y el del desplazamiento del agua con 26 muestras pertenecientes a 17 especies de la Guayana francesa (J. Chave resultados no publicados). El coeficiente de correlación entre los dos métodos resultó muy elevado ($R^2=0.976$), con el método de desplazamiento del agua ofreciendo estimaciones más bajas que el método geométrico (relación 0.94). El método del desplazamiento del agua parece ser más confiable y más sencillo.