



## **Actividades transversales para hacer en el exterior**

El objetivo de este documento es agrupar varias actividades transversales a la teoría desarrollada y llevarlas a cabo en una excursión forestal de media jornada. Se trata de trabajar la comprensión de los árboles y el medio natural, la gestión que se hace o se puede hacer en ellos y los productos y servicios que genera.

En este documento, los profesores encontrarán actividades que pueden hacer durante una excursión forestal de media jornada. Estas actividades incluyen:



### **Actividad 1 : Determinación de las especies de árboles presentes en el bosque**

Una actividad para comprender como podemos determinar todas las especies con herramientas como la llave de la determinación. Solo necesita haber identificado un lugar con distintas especies de árboles o haber recogido hojas de varias especies.



### **Actividad 2 : Efecto de la hojarasca en la protección del suelo**

Una actividad para concienciar sobre el papel de la hojarasca en la mejora de los suelos forestales y la prevención de la erosión. Esta actividad necesita traer el material descrito más adelante (Botellas de plástico, tijeras, agua, ..) y haber preparado suelo seco.



### **Actividad 3 : Cantidad de carbono en un árbol**

Una actividad para estimar cuánto carbono está almacenado en el bosque . Esta actividad requiere que los niños dispongan de árboles para mirar, una cinta métrica (una cartulina si se quiere utilizar la regla de Christen) y una calculadora. Primero calcularán el volumen de un árbol y luego el volumen total de carbono que contiene. Puede ser interesante haber numerado algunos árboles y formar grupos, disponiendo cada grupo de una cinta métrica para medir las alturas, o de una estaca para medir la distancia al árbol (un adulto les ayudará luego a medir la distancia del árbol a la estaca; véase el método de la cruz del leñador).



## **Actividad 1**

# **Determinación de las especies de árboles presentes en el bosque**

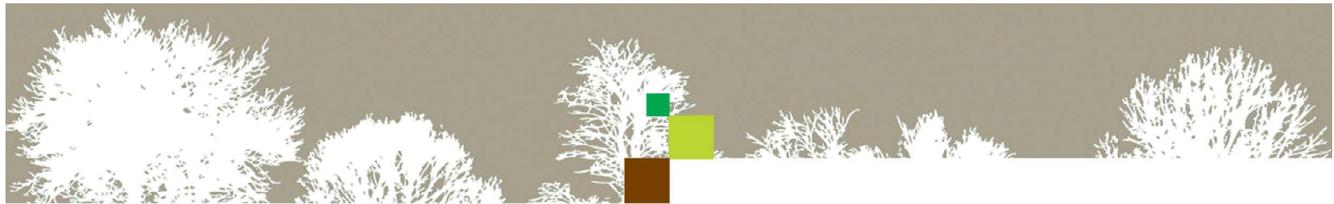
Cuando damos un paseo por el bosque, estamos acostumbrados a ver árboles por todas partes, pero si nos detenemos en el camino y miramos a nuestro alrededor, nos damos cuenta de que hay muchos elementos diferentes (árboles, musgo, arbustos, flores, helechos...). Si observa con atención los diferentes árboles presentes, verá que tienen características comunes o, por el contrario, muy diferentes. Gracias a estas características podemos reconocer y nombrar una especie. Para ordenar las características, los científicos han creado herramientas para simplificar la determinación de las especies: las claves de determinación. Son fichas o libros escritos e ilustrados para facilitar la determinación de las especies presentes en el planeta. Por lo general, se construyen como árboles de decisión con opciones que hay que tomar en cada rama y, una vez que se llega al final del camino, se llega a un nombre de especie.

Esta primera actividad le permite familiarizarse con este tipo de herramienta, esencial para reconocer y diferenciar las especies. Con la ayuda de las claves de determinación simplificadas que aparecen a continuación, podemos reconocer los árboles y saber el nombre de la especie que vamos a medir a continuación.

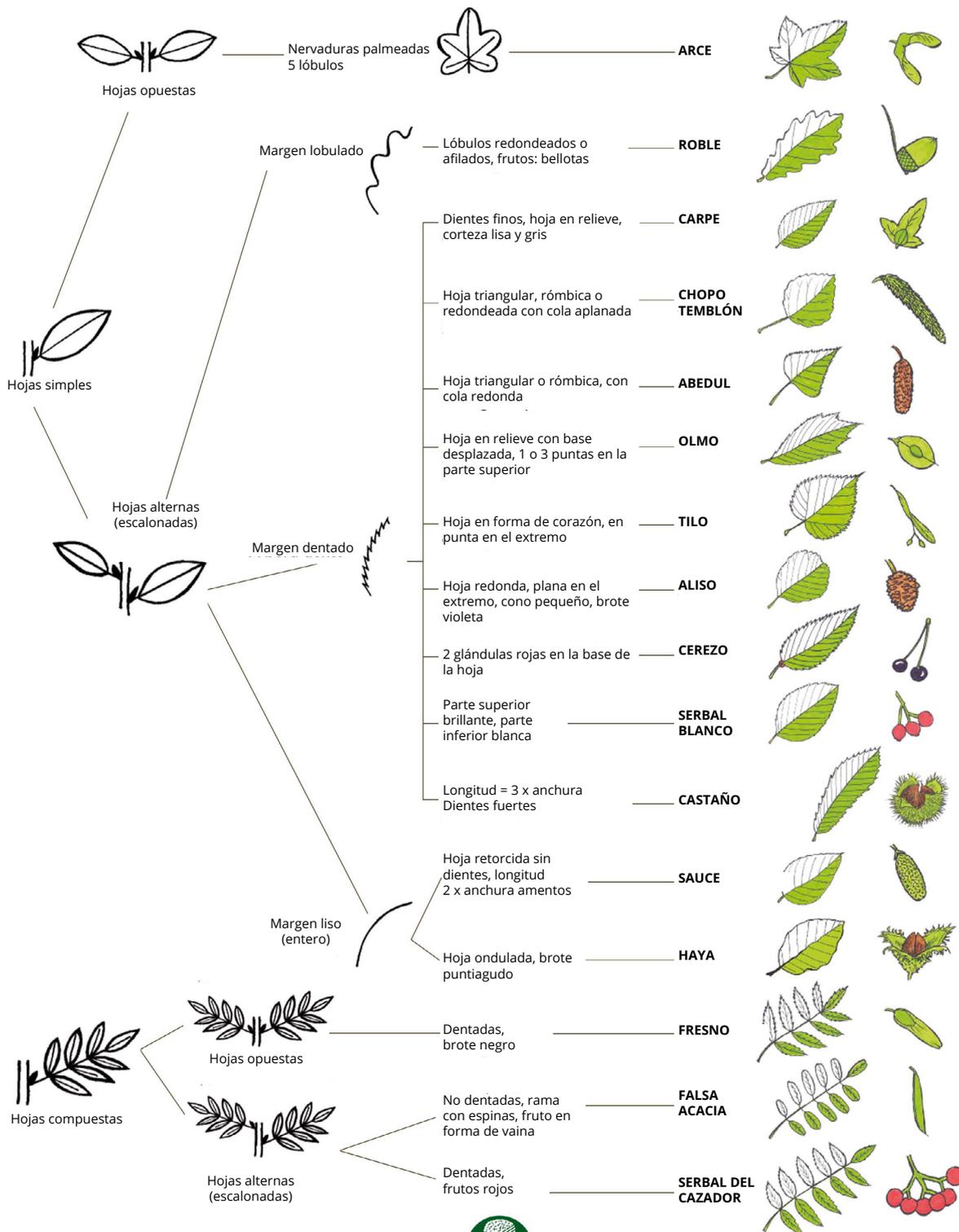
A continuación encontrarás una hoja de campo en la que los alumnos pueden pegar una hoja, un fruto o un trozo de corteza y escribir el nombre de la especie correspondiente. Esto puede considerarse como un pequeño herbario, o como una forma de animar a los alumnos a hacer un herbario por su cuenta más adelante.



# Actividades transversales para hacer en el exterior



## CLAVÉ SIMPLIFICADA PARA DETERMINAR CADUCIFOLIOS



1e

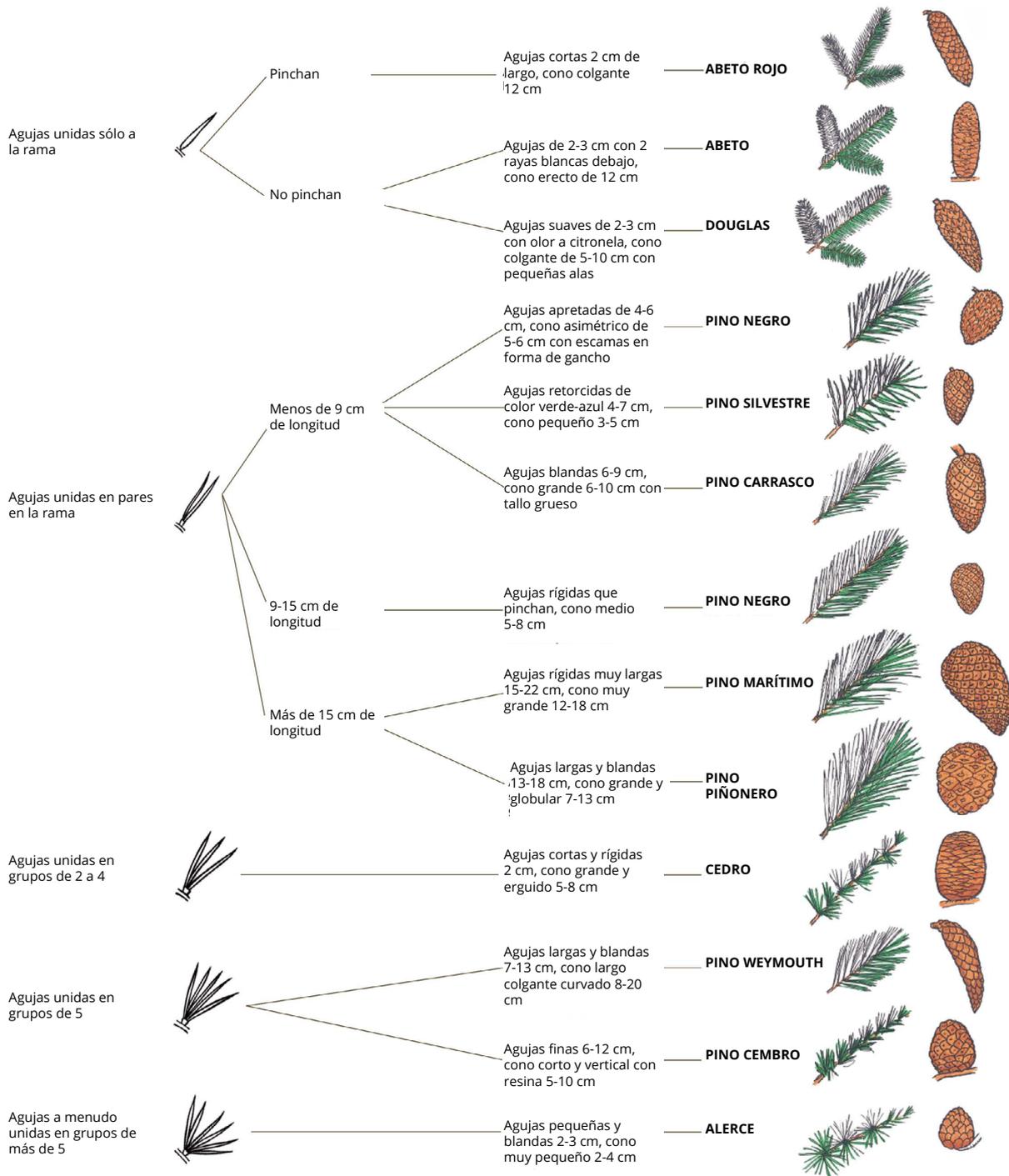
© www.onf.fr - Dibujo: Jean-Michel Douche/ONF - Para más información, visite [www.onf.fr](http://www.onf.fr) e indique +8ac en el motor de búsqueda



# Actividades transversales para hacer en el exterior



## CLAVE SIMPLIFICADA PARA DETERMINAR MADERAS BLANDAS



© www.onf.fr - Dibujos: Jean-Michel Douche/ONF - Para más información, visite [www.onf.fr](http://www.onf.fr) e indique +fac en el motor de búsqueda





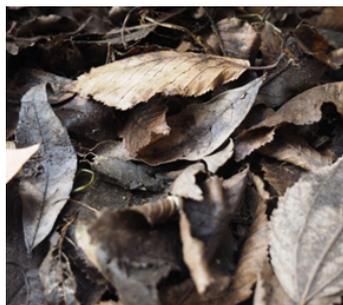
## Actividad 2

# Efecto de la hojarasca en la protección del suelo

El objetivo de la actividad es que los alumnos comprueben el efecto positivo de la hojarasca en la protección del suelo frente a la erosión.

Los materiales que vamos a necesitar son los siguientes :

- 2 botellas grandes de plástico transparente
- Un cúter o tijeras
- 2 vasos de plástico
- Cuerda o alambre
- Dos vasos o regaderas con la misma cantidad de agua
- Muestra de suelo natural
- Hojarasca recogida en el entorno
- Una superficie inclinada como base



La hojarasca es el conjunto de materiales vegetales muertos, procedentes de árboles y plantas, que han caído al nivel del suelo y forman sobre él una cubierta orgánica.

La hojarasca está formada principalmente por hojas, flores, frutos y semillas, trozos de corteza, ramas y tallos, que se han desprendido de las plantas.

Esta capa que se forma en el suelo desempeña varios papeles en el ecosistema forestal.

- Constituye un almacén de carbono y otros nutrientes esenciales que a corto o medio plazo, gracias a su descomposición, estarán disponibles para los árboles, plantas, insectos y microorganismos del ecosistema.
- La hojarasca también es una capa protectora del suelo, que le proporciona abrigo, regulando la temperatura y humedad de los primeros centímetros del suelo.
- Ayuda a la germinación de semillas, porque crea un ambiente adecuado para la germinación y supervivencia de las plántulas en sus primeros estadios al regular la temperatura y evitar la pérdida de agua por evaporación.
- También protege al suelo contra la erosión de impacto, ya que impide que las gotas de lluvia golpeen directamente la superficie del suelo. Además disminuye la velocidad del agua que circula por la superficie erosionándola gracias a la rugosidad que forma en superficie.



## Actividades transversales para hacer en el exterior

Cuando no existe esta capa protectora se produce la compactación del suelo, aumenta la erosión y el arrastre de los materiales del suelo, lo que conlleva la pérdida significativa de nutrientes, aumentan las variaciones de temperatura en el suelo y disminuye el contenido de agua en el suelo por la evaporación.

Vamos a hacer un experimento en el que comprobaremos el efecto positivo de la hojarasca en la erosión del suelo frente a lo que pasa en un suelo desnudo.

En este video podéis seguir los pasos que detallaremos a continuación:

<https://youtu.be/oddLF1LAUXA>

1. Al menos tres días antes de iniciar el experimento se recogerá la muestra de suelo natural, que se dejará secar al aire, para que esté totalmente seco para realizar el experimento.
2. Preparar las botellas. Deben ser dos botellas de plástico transparente iguales. Se les cortará con un cúter o tijeras la mitad superior longitudinalmente, dejando intactos los dos extremos.
3. Rellenar las botellas con la muestra de suelo. Poner en cada botella la misma cantidad de suelo sin llegar al nivel de la abertura. Presionar el suelo para compactarlo ligeramente.
4. En una de las botellas cubrir el suelo con una buena capa de la hojarasca que hemos recogido previamente. En la otra botella, el suelo quedará desnudo, sin cubierta vegetal.
5. Colocaremos las dos botellas tumbadas sobre una superficie inclinada que simule una pendiente con la boca hacia la parte baja de la superficie.
6. Los dos vasos de plástico los vamos a utilizar para recoger el agua que caiga de las botellas, por lo que les haremos dos orificios pequeños opuestos en la parte superior por donde pasaremos una cuerda o alambre que sujetaremos en la boca de las botellas. Quedará colgando un vaso de cada botella.





## Actividades transversales para hacer en el exterior

7. Verteremos en las dos botellas la misma cantidad de agua poco a poco, simulando el agua de lluvia, por lo que si lo hacemos con una regadera será mejor, y observaremos cómo se recoge el agua en los vasos que cuelgan de las botellas.



### Análisis del resultado:

Se puede ver cómo en el agua que se obtiene de la botella con suelo desnudo se han arrastrado muchas más partículas de suelo, que contienen gran parte de los nutrientes y minerales que necesitan las plantas para su desarrollo. Sin embargo el agua obtenida de la botella con cubierta de hojarasca es mucho más limpia, los nutrientes han quedado retenidos en el suelo y quedarán disponibles para las plantas, insectos y microorganismos.

Si además de la hojarasca hay vegetación, el efecto de protección del suelo es mucho mayor, ya que las raíces también hacen la función de sujeción del suelo reduciéndose todavía más el arrastre de materiales.





## **Cálculo de la biomasa, estimación del CO<sub>2</sub> almacenado en un árbol**

Estimar la cantidad de carbono almacenado en un árbol mediante cálculos de biomasa. Comparación con una tabla de madera y un mueble.

Calculadora / Excel / datos sobre el pino (en la plataforma online).  
Para el viaje al bosque: Vértice / cruz de leñador / cuaderno / metro

Esta actividad está vinculada a la parte teórica de los servicios de los ecosistemas y requiere la competencia matemática.

Todos los árboles realizan la fotosíntesis, que les permite crear nuevos tejidos y crecer. En concreto, utilizan el CO<sub>2</sub> atmosférico para almacenarlo en forma de materia orgánica o vegetal (madera/hojas/frutos/raíces...). La siguiente actividad permite estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> que un árbol o bosque puede almacenar en su biomasa.

Para ello, es necesario realizar dos mediciones en el mismo árbol del bosque: medir la altura, medir la circunferencia y calcular la biomasa.

De este modo, conocemos la cantidad de dos servicios ecosistémicos que generan nuestros bosques, uno es la cantidad de madera, como servicio de aprovisionamiento, y el otro es el CO<sub>2</sub> absorbido, como servicio de regulación.

Las medias pueden utilizarse si razonamos a escala de un bosque.

Esta actividad puede realizarse con mediciones ya realizadas en las masas forestales o midiendo los árboles al aire libre con los alumnos.

La utilización de los datos de la tabla de Excel puede hacerse directamente en clase siguiendo las instrucciones de cálculo que se indican a continuación.

Para las mediciones realizadas por los alumnos, éstos pueden salir al exterior del colegio en grupos de 2/3 para medir la altura y el diámetro de los árboles previamente numerados por el profesor. Cada grupo debe medir 5 árboles y luego poner los datos en una tabla común (trabajo colaborativo).



## Actividades transversales para hacer en el exterior

A partir de entonces, los cálculos son los mismos  $V_t / B_a / B_t / QCO_2$ . También es posible hacer promedios.

Para comparar estas cantidades de carbono contenidas en un árbol y en los productos cotidianos, se puede utilizar el siguiente cálculo:

Carbono almacenado en una tabla de madera: Longitud\*Ancho\*Altura para  $B_t$ , luego calcular directamente el  $QCO_2$  (no olvidar multiplicar por la densidad de la madera, para las maderas blandas podemos tomar  $0,438 \text{ tMS/m}^3$ )

### Medir la circunferencia y la altura de un árbol

La recogida de datos que hay que realizar sobre el terreno es simplemente la circunferencia del tronco y la altura del mismo.

En el caso de la altura, se necesitará un instrumento basado en la trigonometría para calcular este parámetro. El instrumento puede ser una regla de Christen o una cruz de leñador.

Para ello, en esta actividad, construiremos manualmente una regla (llamada regla de Christen) con la que calcularemos la altura del árbol desde el suelo.

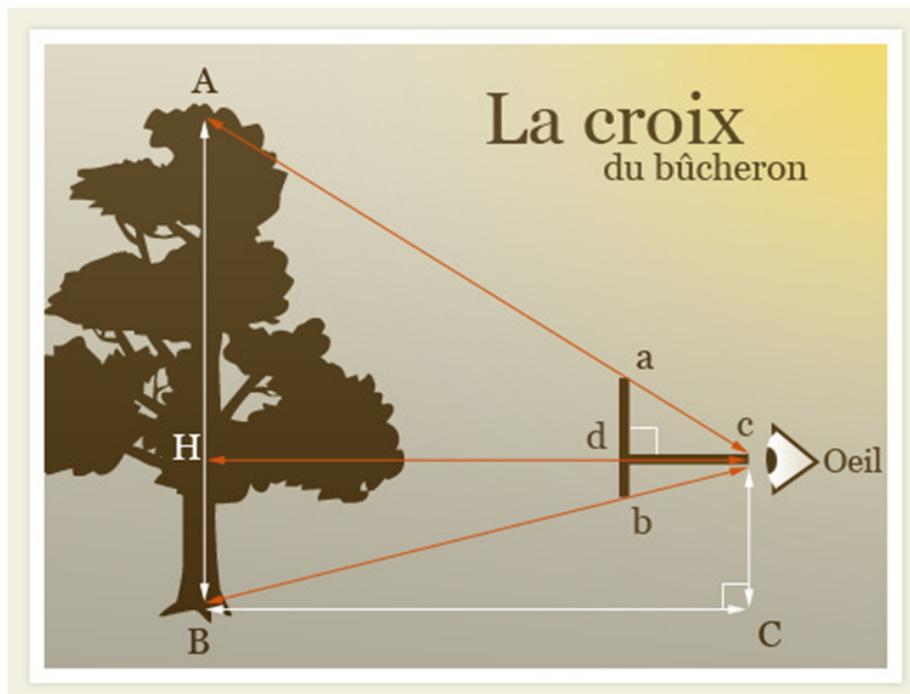
#### - Medir la circunferencia con una cinta

Para tomar la circunferencia, se utilizará una cinta métrica convencional para abrazar el tronco y medir su diámetro.

Todos los silvicultores del mundo han decidido que la circunferencia de un árbol se mide a 1,3 m del suelo. Así que coge tu cinta métrica para medir a 1,3 m del suelo, camina alrededor del árbol en horizontal, sujetando la cinta métrica con firmeza, para averiguar su circunferencia.

#### - Medir la altura con una ballesta

Usando la ballesta :

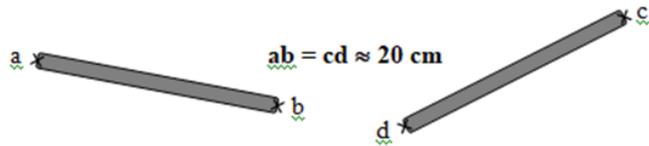




## Actividades transversales para hacer en el exterior

### El uso de la Cruz del Leñador para determinar la altura del árbol

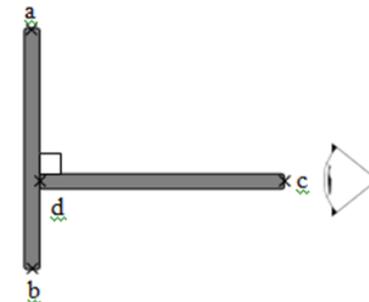
Toma dos palos (por ejemplo, de 20 cm) del mismo tamaño y rectos ( $ab=cd$ )



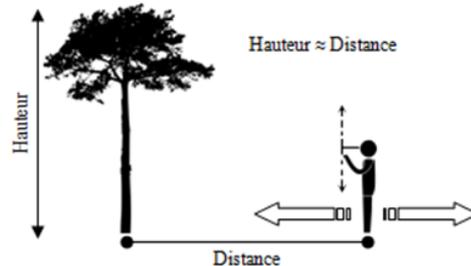
Coloca el primero en posición horizontal (paralelo al suelo) y el segundo perpendicular al primero.



y el segundo perpendicular al primero.



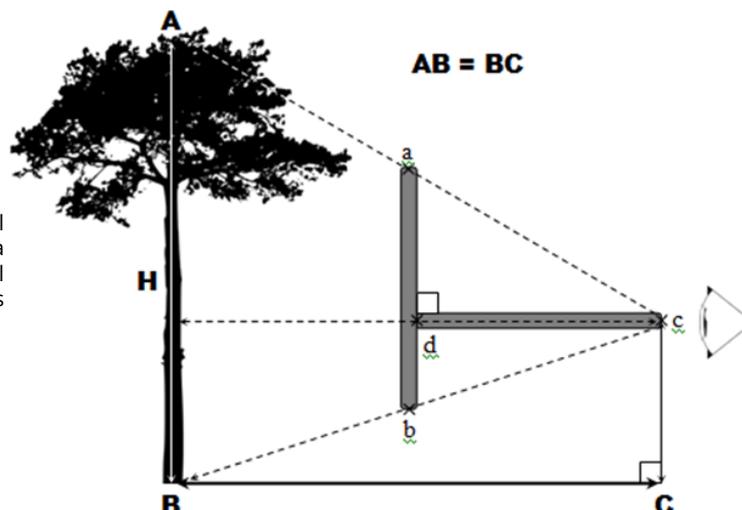
Colócate delante del árbol, a una distancia aproximadamente igual a su altura.



A continuación, avanza o retrocede y desliza la varilla vertical para hacer coincidir lo siguiente:

- El pie del árbol, la parte inferior de la barra vertical y su ojo en la misma línea (cB)

- La parte superior del árbol, la parte superior de la barra vertical y su ojo en la misma línea (cA)



Cuando los dos extremos del árbol corresponden a los extremos de la varilla vertical, mide la distancia al árbol (BC). La altura del árbol (AB) es entonces igual a la distancia (BC).



## Actividades transversales para hacer en el exterior

### Cálculo de la cantidad de CO<sub>2</sub> almacenada

- Cálculo del volumen total de madera aérea

$$V_t = 0,496 \times \frac{H_t \times C_{1,3}^2}{4\pi}$$

con :

$V_t$  volumen total de madera aérea (m)

$C_{1,3}$  circunferencia a 1,3 m de altura (m)

$H_t$  altura total del árbol (m)

$f$  factor de forma del árbol, que puede estimarse en 0,496 para todas las especies

- Cálculo del volumen total de madera aérea

Entonces, a partir del volumen total de madera sobre el suelo  $V_t$  y de la infradensidad de la madera  $d_i$ , es posible calcular la biomasa sobre el suelo de materia seca. La infradensidad se define como el relación entre una masa de madera anhidra y su volumen en estado saturado (en agua). Se expresa en toneladas de materia seca por m<sup>3</sup> (tMS/m<sup>3</sup>).

$$B_a = V_t \times d_i$$

con :

$B_a$  biomasa aérea en toneladas de materia seca (tMS)

$V_t$  volumen total del árbol (m<sup>3</sup>)

$d_i$  infradensidad de la especie (tMS/m<sup>3</sup>) que puede estimarse en 0,546 tMS/m<sup>3</sup> para las frondosas y 0,438 tMS/m<sup>3</sup> para las maderas blandas.

- Cálculo de la biomasa total

Una vez obtenida la biomasa aérea, hay que integrar la parte subterránea de los árboles. Esto se estima utilizando factores de expansión de las raíces o ecuaciones basadas en la biomasa sobre el suelo.

$$B_t = B_a \times BEF_r$$

con :

$B_t$  biomasa total, aérea y radicular (tMS)

$B_a$  biomasa sobre el suelo (tMS)

$BEF_r$  el factor de expansión de las raíces, que puede estimarse en 1,28 para las maderas duras y en 1,30 para maderas blandas



## Actividades transversales para hacer en el exterior

- Calcular la cantidad de carbono

Por último, la cantidad de carbono contenida en un árbol puede calcularse a partir de la biomasa total (por encima y por debajo del suelo) y el contenido de carbono en la materia seca. Por último, para pasar de un valor en toneladas de carbono a un valor en toneladas de CO<sub>2</sub>, basta con multiplicar la masa del carbono por la masa molar de una molécula de CO<sub>2</sub>, es decir

$$Q_{CO_2} = \tau_c \times B_t \times \frac{44}{12}$$

con :

$Q_{CO_2}$  la cantidad de CO<sub>2</sub> secuestrada en un árbol (t)

$\tau_c$  la tasa de carbono, que puede estimarse en 0,475 tC/tMS

$B_t$  biomasa total, por encima y por debajo del suelo (tMS)

Para pasar de un valor en toneladas de carbono a un valor en toneladas de CO<sub>2</sub>, basta con multiplicar la masa de carbono por la masa molar de una molécula de de CO<sub>2</sub>, es decir  $\frac{44}{12} \approx 3,67$

**Nota:** ¡tenga cuidado con los resultados obtenidos, son estimaciones! Se estima que se necesita un 15-20% para maderas duras y ± 20-25% para maderas blandas.

Para ilustrar los resultados, en 2017 las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera fueron del 36,8 mil millones de toneladas.

Se calcula que cada segundo se emiten 1.000 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Y el número de toneladas de CO<sub>2</sub> que hemos calculado representa la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbida durante la vida del árbol (es decir, entre 20 y 40 años, según la fecha de plantación).



## Actividades transversales para hacer en el exterior

### FICHA DE ESTUDIANTE

Nombre del grupo : \_\_\_\_\_

Fecha : \_\_\_\_\_

Bosque : \_\_\_\_\_

Nº de árbol	Especie	Altura (m)	Circunferencia 1,3m (cm)	Volumen (m3)	Biomasa en la superficie (tMS)	Biomasa total (tMS)	Cantidad de CO2 secuestrado (t)



## Actividades transversales para hacer en el exterior

### Ejemplo de aplicación:

Árbol 1: Pino marítimo

Altura = 25m

Circunferencia del tronco a 1m30 = 110 cm

- Primero calcularemos el volumen del árbol (que representa el tronco del árbol):

$$V_t = 0,496 \cdot (25 \cdot (1,10)^2) / 4\pi$$
$$= 1,1940 \text{ m}^3$$

Para nuestro árbol tenemos un volumen de 1,1940 m<sup>3</sup>

- A continuación, vamos a calcular la biomasa sobre el suelo (que representa el tronco + las ramas del árbol):

$$B_a = 1,1940 \cdot 0,438$$

$$B_a = 0,5229 \text{ tMS}$$

La parte aérea del árbol corresponde a 0,5229 toneladas de materia seca

- A continuación, calculemos la biomasa total del árbol (parte aérea + parte subterránea, las raíces)

$$B_t = 0,5229 \cdot 1,30$$

$$B_t = 0,6798 \text{ tMS}$$

La biomasa total del árbol es de 0,6798 t de MS (sobre el suelo + bajo el suelo)

- A continuación, vamos a calcular la cantidad de CO<sub>2</sub> almacenada en este árbol:

$$Q_{CO_2} = 0,475 \cdot 0,6798 \cdot (44/12)$$

$$Q_{CO_2} = 1,1840 \text{ t}$$

Para nuestro ejemplo, el árbol de aquí está almacenando 1,1840 toneladas de CO<sub>2</sub> en su biomasa. A modo de comparación, 1 tonelada de CO<sub>2</sub> corresponde a un viaje de ida y vuelta de París a Nueva York en avión por pasajero (12.000 km). Es importante recordar que este árbol de 25 metros tardó 30 años en crecer y, por tanto, tardó 30 años en almacenar 1,18 toneladas de CO<sub>2</sub>. Así, un viaje de ida y vuelta de París a Nueva York equivale a 30 años de almacenamiento de carbono para un Pino Marítimo.