



## Pràctica per a mesurar l'alçada, el perímetre i els anells de creixement d'un arbre.

José Fenollar Moncho  
IES Ègara, Terrassa  
[jfenoll2@xtec.cat](mailto:jfenoll2@xtec.cat)

**Resum** • Mitjançant aquesta pràctica, l'alumnat de secundària pot mesurar l'alçada, el perímetre i reconèixer els anys que té un arbre. La dendroecologia és l'estudi dels anells dels arbres. Mitjançant una tècnica denominada dendrocronologia s'aconsegueix crear cronologies a partir de l'estudi dels anells del creixement dels arbres, els quals són un reflex de les condicions mediambientals i de les variacions de l'ecosistema.

**Paraules clau** • Alçada, perímetre, anells de creixement, arbre, ODS

---

## Practice for measuring the height, perimeter and growth rings of a tree.

**Abstract** • Through this practice, high school students can measure the height, perimeter and recognize the age of a tree. Dendroecology is the study of tree rings. Using a technique called dendrochronology, it is possible to create chronologies based on the study of tree growth rings, which are a reflection of environmental conditions and ecosystem variations.

**Keywords** • Height, perimeter, growth rings, tree, ODS

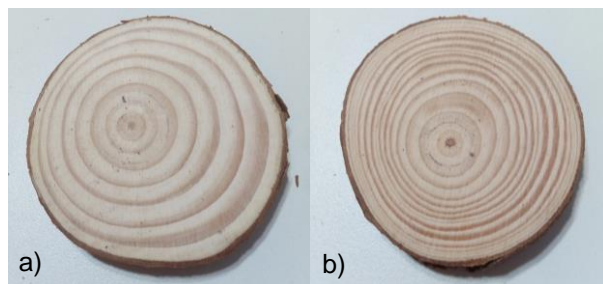
---

## INTRODUCCIÓ

La dendroecologia és l'estudi dels anells dels arbres. Mitjançant una tècnica denominada dendrocronologia s'aconsegueix crear cronologies a partir de l'estudi dels anells del creixement dels arbres, els quals són un reflex de les condicions mediambientals i de les variacions del ecosistema.

Els arbres, de la mateixa manera que tots els organismes vius, experimenten un creixement durant la seva vida. El creixement es deu a la formació i expansió de noves cèl·lules que donen lloc a nous teixits i òrgans. En els arbres el creixement es duu a terme només en unes zones concretes del seu organisme anomenades meristemes. Els meristemes estan formats per agrupacions de cèl·lules que tenen una elevada capacitat per dividir-se i generar noves cèl·lules que al seu torn formaran nous teixits. Hi ha dos tipus de meristemes; els primaris, que són els primers en actuar i els responsables del creixement en altura, i els secundaris, que actuen després i regulen el creixement en amplada. El meristema secundari el formen, doncs, una fina capa de cèl·lules que envolten l'arbre per sota de l'escorça. De manera que l'arbre experimenta un creixement en gruix des de fora cap a dins, sent la última part formada la que es troba just per sota de l'escorça. Però el creixement dels arbres no és continu; s'atura quan les condicions són desfavorables i es reinicia quan les condicions climàtiques tornen a ser favorables. Cada cop que s'atura el creixement queda una marca visible en la fusta que forma els coneguts anells de creixement. Cada anell correspondrà a un cycle de creixement de l'amplada de l'arbre (figura 1).

A cada arbre li creix una nova capa exterior de fusta cada any. Aquestes capes apareixen com a anells a la secció transversal del tronc, anomenats anells anuals. Cada anell representa un any de vida de l'arbre. Així, si el tronc d'un arbre té 10 anells, vol dir que l'arbre té 10 anys. La lectura dels anells es realitza des del centre cap a fora, és a dir, que el primer any de vida de l'arbre el marca el primer anell del centre (figures 1, 7 i 9).



**Figura 1.** Anells de creixement: a) època plujosa, b) època de sequera.

Els cycles de creixement dels arbres estan altament determinats per les condicions ambientals a les que estan sotmesos. En regions amb climes amb estacions ben diferenciades, com el nostre clima mediterrani, es forma un anell per any perquè cada any presenta condicions favorables i condicions desfavorables. La producció de nova fusta és ràpida al principi de la primavera perquè la temperatura és prou elevada i hi ha disponibilitat d'aigua. A mesura que avança l'estiu la producció va disminuint a causa de l'escassetat d'aigua i es deté totalment a la tardor i a l'hivern quan les temperatures són massa baixes. Les diferències en la velocitat de formació queden reflectides en les característiques de la fusta (major o menor amplada, diferent coloració de la fusta segons l'època de creixement, etc.) i és el que ens permet la diferenciació dels anells (veure figures 1 i 7).

## APLICACIONS DE LA DENDROCRONOLOGIA

Una de les virtuts de la dendrocronologia és que té aplicacions en camps molt diferents de la ciència. Principalment s'utilitza en climatologia per reconstruir el clima del passat en períodes dels que no es té constància meteorològica de cap mena. Aquestes reconstruccions climàtiques permeten analitzar l'evolució del clima del passat. En ecologia es fa servir per estudiar processos que tenen lloc a escales de temps molt llargues que no poden ser mesurades per un investigador. Per exemple, la dendrocronologia permet datar l'any de naixement i de mort dels arbres. Això permet estudiar la dinàmica de poblacions, és a dir els canvis que experimenten les poblacions d'arbres al llarg del temps. Es poden determinar les pertorbacions que han afectat al bosc i analitzar els

processos de competència entre diferents espècies d'arbres del mateix bosc.

## OBJECTIUS

L'objectiu de la pràctica és que cada alumne de secundària sàpiga mesurar l'alçada, el perímetre i reconèixer els anys que té un arbre. Aquesta pràctica es pot relacionar amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) 13 "Acció climàtica: canvi climàtic i efectes i 15 "Vida terrestre: ecosistemes terrestres i gestió dels boscos" [1]. Amb l'estudi de la dendroecologia dels arbres podem adoptar mesures urgents per a combatre el canvi climàtic i els efectes d'aquest (ODS 13) i protegir, restablir i promoure l'ús sostenible dels ecosistemes terrestres, gestionar els boscos de manera sostenible, lluitar contra la desertificació, aturar i invertir la degradació de les terres i posar fre a la pèrdua de la diversitat biològica (ODS 15).

## MATERIAL NECESSARI

El material necessari per a dur a terme aquesta pràctica és:

- Tall d'un tronc (es pot comprar en qualsevol botiga de manualitats)
- Regle
- Agulles de cap.

## MESUREM L'ALÇADA I PERÍMETRE D'UN ARBRE

Hi ha diferents mètodes per a mesurar l'alçada d'un arbre. A continuació, se n'expliquen dos:

### Mesurar l'alçada d'un arbre amb un regle

Mesurar l'alçada d'un arbre és relativament senzill si tenim un regle. El procediment és el següent (figura 2):

- Col·locar-se a una distància coneguda de l'objecte l'altura del qual H es vol mesurar, en aquest cas l'arbre. Anomenem D a la distància.
- Estendre el braç mentre se sosté un regle verticalment a l'alçada dels ulls. Anomenem d la distància entre la mà i l'ull.

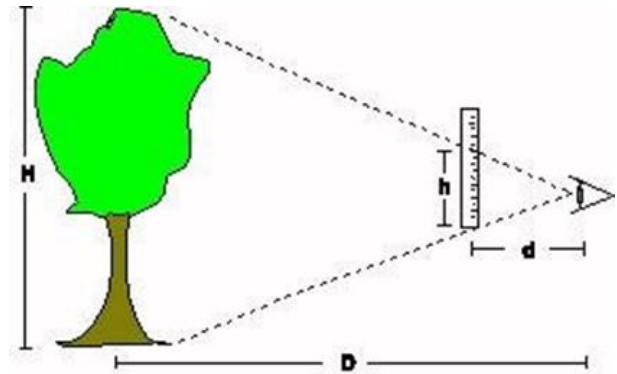


Figura 2. Esquema per a mesurar l'alçada d'un arbre.

- Tancar un dels ulls i amb l'altre determinar quants centímetres del regle correspon l'alçada de l'arbre. A aquesta longitud mesurada en el regle anomenem h.

Per semblança de triangles s'obté que  $H/h = D/d$ . D'aquesta relació s'obté que l'altura de l'arbre és:  $H = h(D/d)$

Com a exemple suposem que la distància que ens separa de l'arbre és de 50 metres, que el nostre braç estès mesura 60 cm (0,6 m) i que en el regle veiem que l'alçada relativa del arbre és de 20 cm (0,2 m), per tant l'alçada real de l'arbre serà:

$$H = (0,2 \cdot 50 / 0,6) \text{ m} = 16,6 \text{ m}$$

### Mesurar l'alçada d'un arbre amb el mètode de l'ombra

Els angles de la figura 3 són iguals, per tant els triangles rectangles RPQ i CAB (veure figura 3) són semblants i per tant els costats proporcionals.

$$\text{Així } h/h_1 = r/c \text{ doncs } h = (h_1/c) \cdot r$$

Conegut el llarg del bastó (distància A-C) i les longituds de les ombres, costat c del bastó (costat P-Q) i el costat r (distància A-B) podem determinar l'alçada de l'arbre.

Exemple: L'ombra de l'arbre (costat c) de vesprada és de 2,70 metres. La longitud de l'ombra projectada per una vareta de 1,20 m de llargada ( $h_1$ ) és 0,30 m (costat r). Les longituds de les ombres van ser mesurades al mateix moment.

Així, l'altura de l'arbre:  $h_1 = 1,20 \text{ m}$ ;  $r = 2,70 \text{ m}$  i  $c = 0,30 \text{ m}$

$$h = (h_1/c) \cdot r = (1,20/0,30) \cdot 2,70 = 10,8 \text{ m.}$$

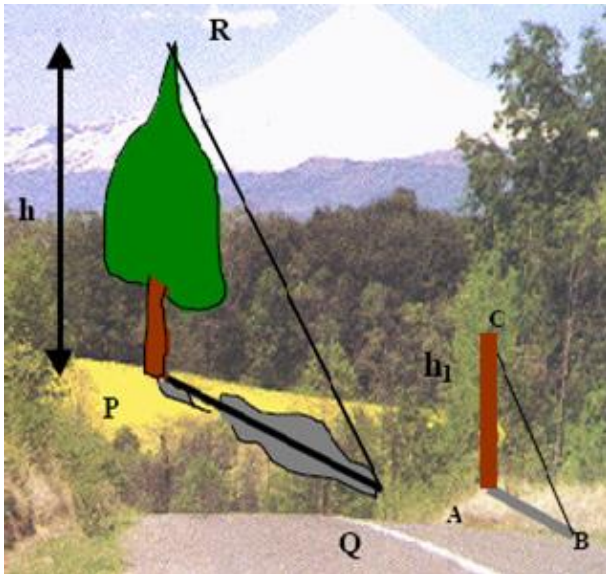


Figura 3. Esquema per a mesurar l'alçada d'un arbre amb el mètode de l'ombra.

### Mesurar el perímetre d'un arbre

Per mesurar el perímetre, amb una cinta mètrica mesurarem el diàmetre (D) d'una llesca d'arbre. Recordem, però, que el radi és  $r = D/2$ . Podem imaginar que la mesura del tronc correspon a una circumferència, per tant, estem mesurant la longitud de la circumferència (perímetre).

Així:  $L = 2 \cdot \pi \cdot r$  on  $L =$  longitud circumferència (perímetre) i  $r =$  radi

Fem unes mesures del diàmetre amb diverses llesques d'arbres (vegeu la figura 4) i calculeu el perímetre del tronc.

Per exemple (veure figura 8): Si el diàmetre  $D = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$  i el radi és  $r = D/2 = 0,035 \text{ m}$ , el perímetre serà:

$$L(\text{perímetre}) = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 0,035 = 0,2198 \text{ m}$$

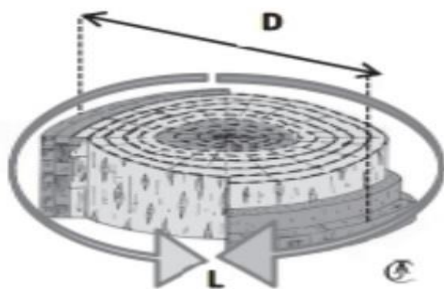


Figura 4. El perímetre i el diàmetre d'un arbre. Font: Google imatges.

### MESUREM ELS ANELLS DE CREIXEMENT D'UN ARBRE

El creixement en gruix d'un arbre es deu a la nova formació de xilema que cada any dona lloc a un anell de creixement. El xilema va creixent contínuament però es pot observar que cada anell de creixement té una zona fosca i una zona clara. Estes zones indiquen quin ha sigut el creixement durant les distintes estacions de l'any (figures 1 i 7):

- A la tardor i hivern, les condicions per a les plantes no són molt bones (temperatures extremes, poca aigua, etc.) pel que el xilema no creix molt, banda fosca.
- A la primavera i estiu, les condicions per a les plantes són bones (calor, molts nutrients, aigua...) pel que el xilema creix molt, banda clara.

En un tall transversal d'una tija d'un arbre (figura 5) es poden observar anells de creixement que s'estenen per dues àrees concèntriques de colors i duresa diferents. L'àrea més interior és fosca i endurida (duramen), i la més exterior és clara i més tova (albca). Per saber l'edat que tenia l'arbre en el moment que va morir o quan va ser tallat, cal comptar els anells, ja que es corresponen amb un període aproximat d'un any. En cada anell es distingeix (veure figures 1 i 7):

- Una zona interior més clara, formada per la presència de vasos conductors de major diàmetre i poc nombrosos, formats durant el període de més creixement.
- Una zona exterior més fosca formada per vasos conductors de menor diàmetre i més nombrosos formats durant el període de menys creixement.

Tant el color com el gruix de cadascun dels anells aporta informació. Així, per exemple, com més gruixut sigui l'anell això vol dir que l'arbre ha tingut millors condicions de creixement. Un anell fi podria ser símptoma que l'arbre no va obtenir prou aigua en aquest període, per exemple. Un any en què hi ha hagut pluja abundant generarà un anell ample i clar, mentre que un any amb sequera generarà un anell estret i fosc (figures 1 i 7).



Mesurar els anells de creixement d'un arbre, permet saber:

- Quants anys té l'arbre. Per exemple, agafem un tall llenyós, que el podem comparar a una botiga de manualitats i posem agulles en els diferents anells per a saber els anys d'un arbre (figura 9)
- Quins han estat els anys que ha patit més sequera (figures 7 i 9)
- Quin ha sigut l'any de major creixement (figures 7 i 9)
- Com a ampliació, les dades anteriors es poden contrastar amb dades pluviomètriques si se sap l'any que s'ha tallat l'arbre.

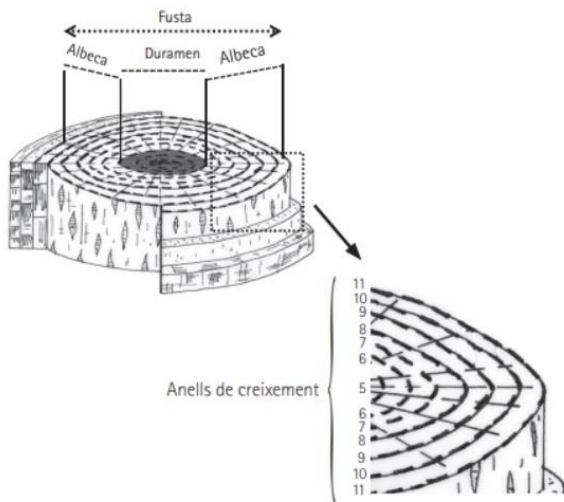


Figura 5. Esquema dels anells de creixement. Font: Google imatges.

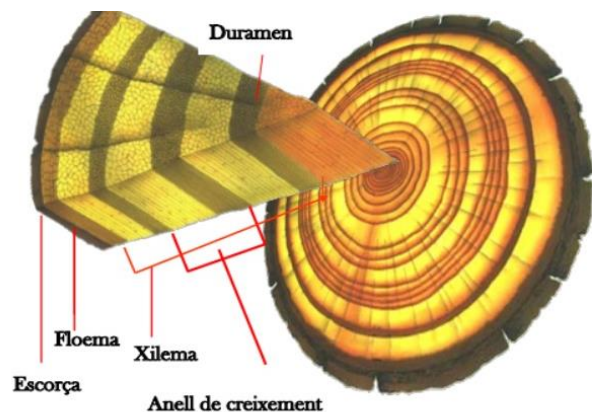


Figura 6. Secció transversal d'un tall llenyós. Font: Google imatges.

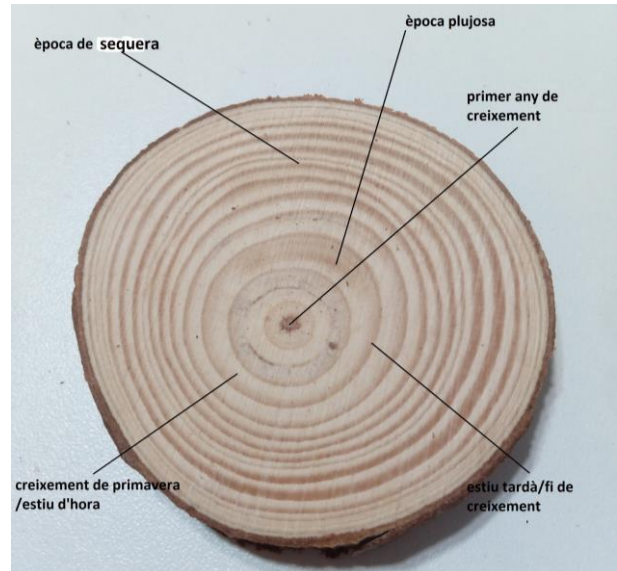


Figura 7. Esquema d'un tall llenyós amb la representació dels anells segons l'època i l'estació de l'any.



Figura 8. Diàmetre d'un arbre.



Figura 9. Anells de creixement. En aquest cas tenim 7 anells i, per tant, són 7 anys.

## COM SABER L'EDAT D'UN ARBRE SENSE HAVER-LO DE TALLAR

Hi ha una altra manera, i que no farà cap mal a la planta. Sí que pot portar una mica més de temps, i no és tan exacta com els anells, però s'aproxima bastant. Per a això, es necessita conèixer:

- Quant mesura la circumferència del tronc: Es pren la mesura a una alçada de metre i mig de terra.
- Taxa de creixement mitjana: No tots els arbres creixen a el mateix ritme: per exemple, els aurons, faigs i roures solen augmentar la seva circumferència una mitjana de 1,5 centímetres per any. Però si hi ha dificultats per trobar-la, es pot considerar de 1,3 si es sospita que és de creixement lent, o fins a 1,9 centímetres si per contra es creu que creix ràpid.

Per a fer-ho, suposem que tenim un arbre que la circumferència mesura 300 centímetres. El següent pas és dividir la circumferència entre la taxa mitjana de creixement, és a dir: 300 centímetres entre 1,3 (per exemple), que dona: 236,7 anys, o 237 per arrodonir.

Però com diem, no és un càlcul exacte. A més de la pròpia genètica de la planta hi ha altres factors que cal tenir en compte: com el clima o la disponibilitat d'aigua i nutrients. En un terreny molt ric i fèrtil, si les temperatures són suaus pot créixer fins i tot més i millor que en el seu hàbitat natural, sobretot quan se li té cura en un jardí.

Una altra opció és utilitzar la broca forestal de Presslers [2], que és un instrument força senzill, que té l'aparença d'una barra d'acer. La seva longitud sol estar entre els 15 a 80 centímetres i

serveix per a l'estudi i l'anàlisi de l'edat de l'arbre (com les vetes) o la fusta.

## CONCLUSIONS

Amb aquesta pràctica es pretén que els alumnes de secundària adquireixin coneixements sobre diferents aspectes de la natura (com ara conèixer les característiques dels arbres) i les matemàtiques (saber mesurar alçades i perímetres). També poden entendre els canvis en els boscos al llarg del temps, com els arbres responen a les condicions ambientals, condicions del clima i escenaris futurs en els boscos en condicions de sequera i impactes dels factors biòtics i abiòtics, etc. i poden relacionar-ho amb alguns ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible).

## BIBLIOGRAFIA

- Llorente C. (2012). La història que ens expliquen els arbres. *Biologia on-line*. 1(2)
- Poblador S., Fernández-Martínez M. i Sabater F. (2019). Com els arbres expliquen el pas del temps. *L'Atzavara*, 29, 39-44.

## NOTES

[1] ODS:

<https://educacio.gencat.cat/ca/departament/linies-estrategiques/ods/index.html>

[2] Broca forestal de Presslers: Determinación de crecimiento en grosor del árbol. La barrena de Pressler.

<https://www.youtube.com/watch?v=KZV5i9k-O2>