

enseñando la ciencia

programa de cinefórum
científico * 2018 *

material de apoyo docente

El secreto de los árboles



Universidad
Zaragoza



Zaragoza
AYUNTAMIENTO

Índice

Sinopsis.....	03
Introducción.....	04
Información básica	05
Vocabulario	09
Sopa de letras	10
Ejercicios	11
Crucigrama.....	12
Cuestiones	14
Ficha técnica del documental	15
Bibliografía recomendada	15

Sinopsis

El árbol más longevo del mundo tiene 9.550 años. El crecimiento de los árboles está en su mayor parte relacionado con la evolución de las temperaturas y las precipitaciones, lo que los convierte en auténticos testigos del devenir del clima. En “El secreto de los árboles”, investigadores de la Universidad de Zaragoza estudian la evolución del clima en Aragón a partir de diferentes especies del Parque Natural del Moncayo.

Los árboles pasan toda su vida en un mismo lugar. Por eso son tan útiles para registrar las variaciones ambientales y climáticas de un territorio (*Fotografía de dominio público*)



el secreto de los árboles

Introducción

Introducción

El audiovisual recoge los estudios del grupo de investigación “Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales” de la Universidad de Zaragoza sobre la evolución del clima en Aragón a partir de diferentes especies de árboles situadas en el Parque Natural del Moncayo.

El corto ha sido elaborado por Ernesto Tejedor Vargas, del grupo de investigación “Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales” del que es investigador responsable Miguel Ángel Saz Sánchez, Miguel Ángel Esteban, profesor titular de Ciencias de la Documentación y Nabil Halaihel Kassab, del Departamento de Patología Animal, dentro del IV Taller de Guion y Producción del Documental Científico, organizado por la UCC+i y financiado por FECYT.

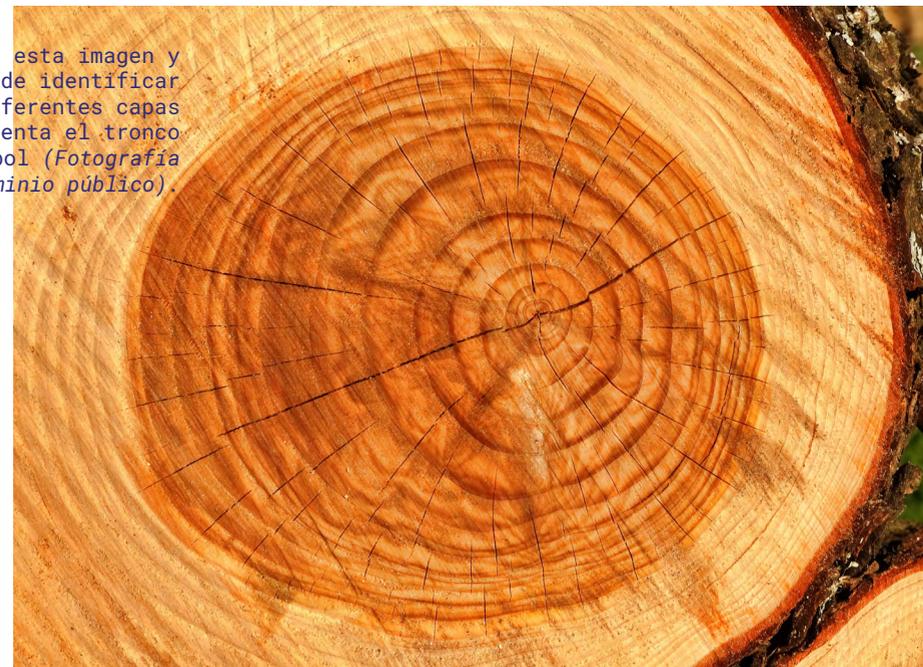
El crecimiento de los árboles está relacionado con la evolución de las temperaturas y las precipitaciones. Esto los convierte en auténticos testigos del devenir del clima de un lugar determinado. Su longevidad, que en algunos casos puede superar los 3.000 años, hace que puedan ser utilizados en el estudio del clima del pasado y ayudar a inferir posibles comportamientos futuros.

Una de las técnicas que mejores resultados ofrece en la reconstrucción de los climas de época preinstrumental es la dendroclimatología, referida a las reconstrucciones climáticas que se obtienen a partir del crecimiento anual que experimentan las especies leñosas en latitudes templadas. Esta metodología proporciona información de carácter cuantitativo de la temperatura y precipitación de las últimas centurias (en grados centígrados y milímetros respectivamente).

Información básica

El tronco de los árboles

Observa esta imagen y trata de identificar las diferentes capas que presenta el tronco de un árbol (Fotografía de dominio público).



Los troncos y las ramas de los árboles crecen y se hacen más gruesos a medida que se agregan nuevas células debajo de la corteza. Estas células forman dos tipos de tejidos, llamados xilema (madera) y floema (corteza), por los que se transportan agua y alimento a través del árbol. El xilema transporta agua y nutrientes desde las raíces hasta las hojas. El xilema activo se llama albura. El xilema viejo ya no lleva agua y forma el duramen del árbol que puede ser de un color diferente al de la albura. El floema, denominado también corteza interna, transporta los nutrientes desde las hojas hasta las ramas, el

tronco y las raíces. Envolviendo el floema está la corteza exterior, que protege al árbol de lesiones. El *cambium* es una zona de actividad celular extraordinaria, que se encuentra entre el floema y el xilema cuya misión es la de producir nuevas células de xilema, que darán lugar a anillos de crecimiento, y floema, a la corteza.

Barrena forestal tipo Pressler para la obtención de muestras de madera en árboles vivos para su análisis dendrocronológico (Fotografía: Beentree, licencia CC BY-SA 3.0).



Los anillos en muestras extraídas del tronco de los árboles permiten también evaluar su edad y analizar el clima. En la naturaleza, cuando las condiciones climáticas son favorables al crecimiento y no hay interferencia de otros factores, los anillos serán más anchos. Por el contrario, serán más estrechos en periodos fríos, si estamos en entornos de montaña, o durante episodios secos, allí donde el factor limitante fundamental para el crecimiento sea la humedad. Cualquier componente ambiental que afecte al crecimiento de un árbol puede estudiarse a partir de sus anillos. Así la recurrencia de incendios forestales, aludes, inundaciones, movimientos de ladera, entre otros, que afecten a formaciones forestales pueden analizarse a partir de las huellas que han dejado en los anillos de crecimiento.

La dendrocronología y dendroclimatología

Los árboles suelen producir un anillo de crecimiento por año, en el que, por lo general, podemos distinguir entre madera temprana, más clara, y tardía, más oscura. Habitualmente, en el tronco de los árboles las células comienzan a crecer en primavera, formándose primero células que presentan a simple vista un color tostado

claro (conocidas como madera temprana). A medida que la temporada de crecimiento va finalizando, por lo general en otoño, las paredes celulares se espesan, produciendo una banda oscura (o madera tardía). Ambas, madera temprana y tardía, marcan el crecimiento anual. El cambio de color oscuro del final del crecimiento al claro del comienzo del que se produce en el año siguiente permite diferenciar, con facilidad, el anillo anual.

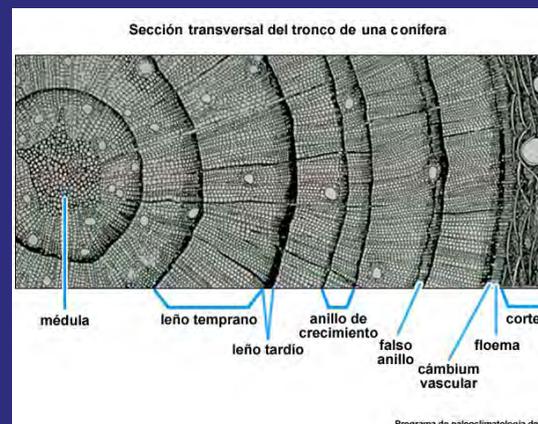
La dendrocronología es la ciencia que, a partir de la observación y análisis de los anillos de crecimiento anual de los troncos de los árboles, es capaz de establecer su edad y los cambios ambientales a los que ha estado sometido, y que han sucedido en el territorio en el que vivió.

Solapando el registro dendrocronológico de diferentes árboles que vivieron en una misma zona en diferentes épocas se puede componer series temporales que abarquen incluso varios miles de años.

Los estudios dendrocronológicos todavía se pueden llevar más atrás en el tiempo estudiando árboles fosilizados que tengan preservados los anillos de crecimiento. Solo en casos excepcionales es posible enlazar las series cronológicas de árboles fósiles recientes conservados en turberas o desiertos con las de árboles históricos, gracias a la ayuda de datación radiométrica. Sin embargo, lo habitual es que los datos



Las parejas de anillos de crecimiento, claros y oscuros, equivalen a un año de vida del árbol. Marca en la imagen la dirección de crecimiento de los anillos de crecimiento anual de este árbol (Fotografía de dominio público).



Estructura de la sección del tronco de un árbol (Fuente: NOAA, dominio público).

climáticos de los anillos de crecimiento de troncos fósiles de muchos millones de años de antigüedad sirvan para inferir las fluctuaciones ambientales locales en el periodo de vida del árbol fosilizado.

Es evidente que el patrón de anillos que se forma durante toda la vida del árbol revela las variaciones en las condiciones ambientales en las que creció, entre ellas las climáticas. La abundante humedad y una

larga temporada de crecimiento dan como resultado un anillo más ancho. Un año seco puede resultar en un anillo muy estrecho. En lugares donde los árboles son más sensibles a la temperatura (por ejemplo, a gran altitud en la cima de una montaña o en los bosques boreales del norte de Europa o América), un anillo ancho indica un año cálido y un anillo estrecho indica un año frío. Así, la dendroclimatología estudia las fluctuaciones climáticas del pasado en las regiones donde habitaron los árboles a partir, fundamentalmente, de las características anatómicas de sus anillos de crecimiento anual. Usando anillos de árboles, los científicos han podido reconstruir los patrones climáticos locales o regionales y sus fluctuaciones durante cientos o, incluso, miles de años en el pasado. Combinando múltiples estudios de anillos de árboles de diversas áreas y regiones (y armonizando estos datos con otros registros de indicadores paleoclimáticos), los científicos pueden reconstruir los climas regionales y globales del pasado.

Árboles longevos y de gran tamaño como las secuoyas permiten estudios dendrocronológicos que abarcan varios siglos (Fotografía: Sequoia National Park, ca. 1910, fotógrafo desconocido, Colección de la Librería del Congreso de Estados Unidos, dominio público)



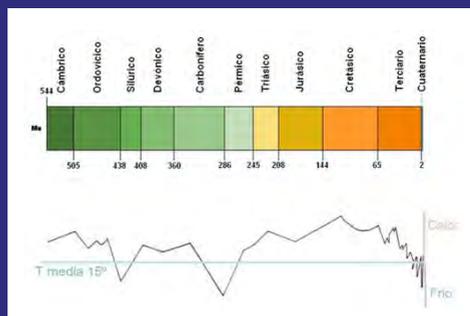
información

Cambio climático

Comprender la evolución y patrones del clima terrestre en el pasado es algo que interesa mucho a los científicos. El clima es fundamental para la vida en la Tierra, y ésta sólo puede existir en unos determinados rangos ambientales y climáticos. Pero, ¿cuáles son esos factores que modelan la dinámica del clima en el planeta? Por un parte están los factores extraterrestres como la variación en la radiación solar, las variaciones orbitales y, ocasionalmente, el impacto de meteoritos. Por otra, están los factores internos o terrestres como el movimiento de las placas continentales, el volcanismo, las corrientes oceánicas, la composición atmosférica, las fluctuaciones en el campo magnético terrestre y los factores biológicos, entre ellos los antropogénicos.

La gran cuestión es, por tanto, ¿puede la actividad antropogénica modificar sustancialmente el clima global del planeta? Las evidencias parecen apuntar a que esto podría empezar a suceder, pero afortunadamente para el avance de la ciencia el debate no está cerrado. Otra cuestión es el uso mediático de un tema de grandes consecuencias sociales, políticas y económicas, un ámbito, el político-económico, en el que se apuesta por la polarización social

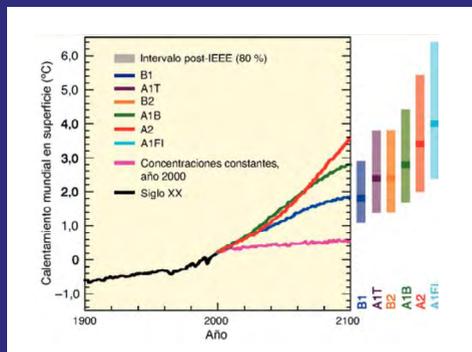
El clima de la Tierra ha fluctuado a lo largo de toda su historia geológica. El cambio climático no es algo exclusivo de la actualidad. Entonces ¿por qué nos intriga y preocupa tanto? (Imagen: UNESCO)



con argumentos que en muchas ocasiones escapan de la lógica científica.

Los seres vivos nos hemos adaptado a las variaciones climáticas naturales, por lo general lentas en el tiempo. También el ser humano, pero en la actualidad hay un alto grado de consenso en señalar que nuestras actividades (agricultura, ganadería, industria, transporte,...) podrían estar comenzando a modificar el devenir natural del clima a una velocidad muy rápida. Por ello es importante evaluar la posible excepcionalidad del clima actual desde una perspectiva temporal amplia. Y es en este campo donde la dendroclimatología, junto con otras especialidades científicas, puede aportar una información de gran valor científico.

Observa este gráfico del IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) de la predicción de calentamiento global para este siglo. ¿Por qué crees que hay una dispersión más amplia entre los modelos en fechas posteriores que en fechas más cercanas en el tiempo?



Vocabulario

Vocabulario

Antropogénico: Se denomina así cualquier proceso, material o efecto que es el resultado de la actividad humana, en oposición de los que tienen un origen natural.

Corteza: capa que protege la madera interna que es más delicada. Los árboles tienen una corteza interna de células vivas, denominado floema, y otra externa formada por células muertas.

Cambium: capa delgada de células vivas dentro de la corteza que produce nuevas células permitiendo al árbol crecer y ser más grueso cada año.

Dendrología: estudio de las plantas arbóreas, específicamente, sus clasificaciones taxonómicas.

Dendrocronología: Ciencia que estudia la historia del árbol examinando sus anillos de crecimiento, útil para el conocimiento de la variación del clima reciente y pasado, con análisis tanto de especímenes actuales como troncos fósiles.

Duramen: Capa de albura muerta en el centro del tronco. Es la madera más dura del árbol, por lo que proporciona soporte y fortaleza. Usualmente su color es más oscuro que la albura. Es la madera propiamente dicha, que se utiliza como material tecnológico.

Floema: Tejido encargado del transporte de nutrientes producidos por la parte aérea fotosintética y autótrofa hacia las partes basales subterráneas no fotosintéticas.

Médula: Zona oscura de células vivas justo en el centro del tronco del árbol. Es la capa más protegida de daños de daños ambientales y posee gran dureza. Los nutrientes esenciales se transportan a través de la médula.

Paleoclimatología: Estudio de las características climáticas de la Tierra a lo largo de su historia.

Pangea: Supercontinente que existió al final del Paleozoico y comienzos del Mesozoico que agrupaba la mayor parte de las placas tectónicas y tierras emergidas del planeta

Silicificación: Proceso de fosilización por reemplazamiento de la madera, los huesos, las conchas y otros materiales por silicatos como el jaspe, el cuarzo o el ópalo.

Xilema (Albura): capa formada por una red de células vivas que transporta agua y nutrientes desde las raíces hasta las ramas y hojas. Es la madera más joven del árbol y más blanda, con los años, las capas internas de albura mueren y se convierten en duramen.

Ejercicios

01 Sopa de letras



Palabras a buscar en la sopa de letras:

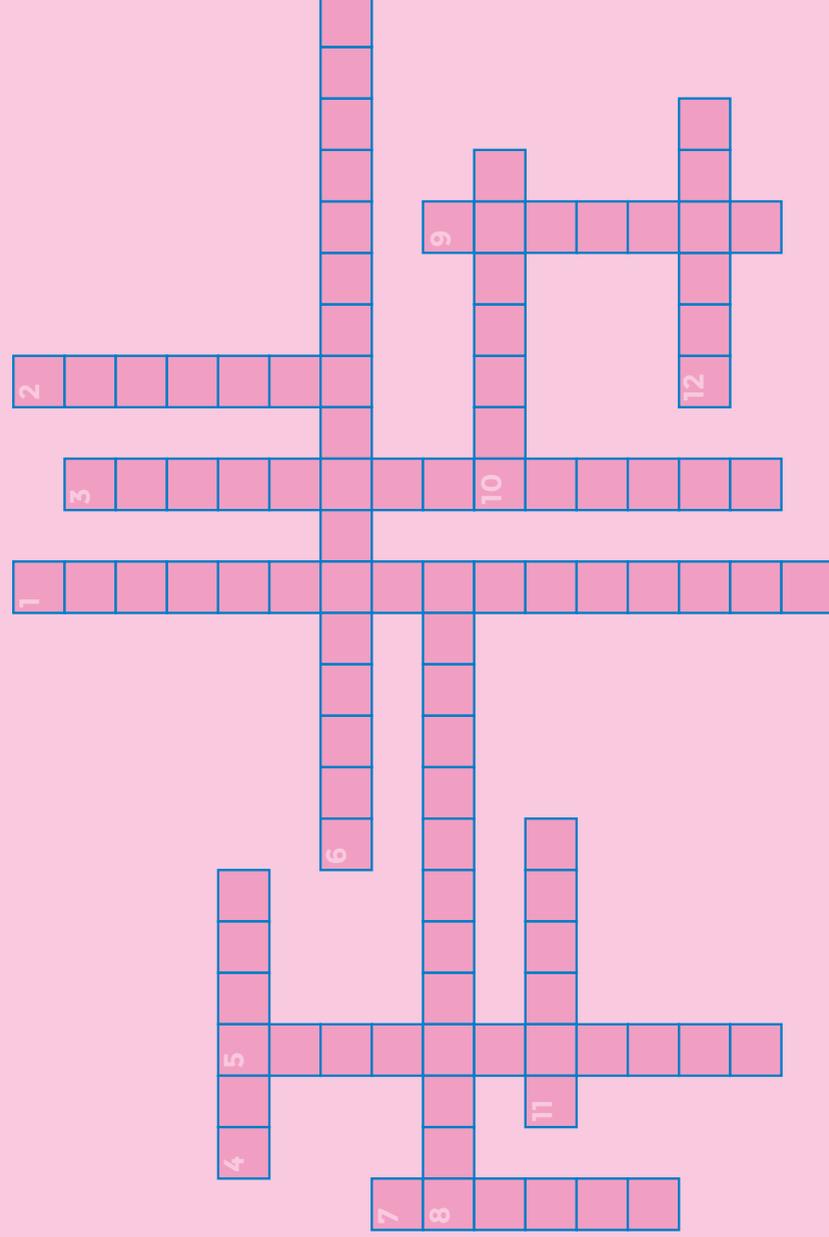
CORTEZA	CAMBIUM
FLOEMA	DURAMEN
ANTROPOGÉNICO	DENDROLOGÍA
SILICIFICACIÓN	MÉDULA
PANGEA	XILEMA

02 Ejercicios para realizar en clase

1 • ¿Crees que el ser humano es capaz de modificar el clima del planeta? Esta es una pregunta de enorme importancia para la ciencia actual, por ello merece la pena pensar y discutir sobre ella: En clase estableced dos grupos y buscad y preparad argumentos un grupo a favor y el otro en contra de la capacidad que el ser humano tiene para modificar el clima a escala global y a escala local. Es importante que las fuentes que empleéis para obtener datos sean científicas. Vuestro profesor os ayudará y os explicará cómo discriminar unas de otras. Haced una puesta en común los dos grupos y debatid hasta llegar a una postura común.

2 • De acuerdo a un estudio de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) la ganadería es responsable del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero, más que las emisiones combinadas de todo el transporte mundial. Debatid en clase qué medidas se podrían tomar para minimizar estas emisiones.

3 • Compara el mapa de Pangea que tienes a continuación, con un mapamundi actual. ¿Crees que el clima terrestre durante la época de Pangea sería similar al actual? ¿Por qué? ¿Qué factores ambientales son diferentes en uno y otro caso y cómo crees que pueden afectar al clima de la Tierra?



Horizontales

4. Zona oscura de células vivas justo en el centro del tronco del árbol. Es la capa más protegida de daños de daños ambientales y posee gran dureza. Los nutrientes esenciales se transportan a través de la médula.
6. Estudio de las características climáticas de la Tierra a lo largo de su historia.

8. Se denomina así cualquier proceso, material o efecto que es el resultado de la actividad humana, en oposición de los que tienen un origen natural.

10. capa delgada de células vivas dentro de la corteza que produce nuevas células permitiendo al árbol crecer y ser más grueso cada año.

11. Tejido encargado del transporte de nutrientes producidos por la parte aérea fotosintética y autótrofa hacia las partes basales subterráneas no fotosintéticas.

12. capa formada por una red de células vivas que transporta agua y nutrientes desde las raíces hasta las ramas y hojas. Es la madera más joven del árbol y más blanda, con los años, las capas internas de albura mueren y se convierten en duramen.

Verticales

1. Ciencia que estudia la historia del árbol examinando sus anillos de crecimiento, útil para el conocimiento de la variación del clima reciente y pasado, con análisis tanto de especímenes actuales como troncos fósiles.

2. capa que protege la madera interna que es más delicada. Los árboles tienen una corteza interna de células vivas, denominado floema, y otra externa formada por células muertas.

3. Proceso de fosilización por reemplazamiento de la madera, los huesos, las conchas y otros materiales por silicatos como el jaspe, el cuarzo o el ópalo.

5. estudio de las plantas arbóreas, específicamente, sus clasificaciones taxonómicas.

7. Supercontinente que existió al final del Paleozoico y comienzos del Mesozoico que agrupaba la mayor parte de las placas tectónicas y tierras emergidas del planeta

9. Capa de albura muerta en el centro del tronco. Es la madera más dura del árbol, por lo que proporciona soporte y fortaleza. Usualmente su color es más oscuro que la albura. Es la madera propiamente dicha, que se utiliza como material tecnológico.

Este documental se realizó en el Taller de guión y producción de documental científico organizado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Zaragoza, con financiación de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)

ucc.unizar.es

en colaboración con Miguel Ángel Saz



Universidad
Zaragoza



Zaragoza
AYUNTAMIENTO