CP3 Actividades Estudios sobre los anillos de los árboles

Hay tres pasos en el análisis básico de los anillos de los árboles:

(a) producir un diagrama esquemático de los anillos más gruesos y más estrechos y de las secuencias de los anillos,
(b) diagramar el ancho de los anillos en comparación con la edad de los mismos, y
(c) determinar y diagramar los cambios de densidad de la madera en todo el largo de la muestra.

En esta actividad, tendrás la oportunidad de trabajar en los dos primeros tipos de análisis.

La Figura CP3.1 muestra fotografías de tres testigos de anillos de árboles del mismo grupo de hayas, todos ellos extraídos en 1988.

Trabajarás en una de estas tres secuencias.
Antes de comenzar el trabajo, debes leer la información CP3. Luego sigue los pasos que aparecen más abajo para obtener y analizar los datos que necesitarás para responder a las preguntas que figuran al final de esta actividad.

A1 Diagrama esquemático

1 Con un lápiz de color dibuja un gran punto en el centro del anillo de 1985 contando hacia atrás (hacia el pie de la página) tres años partiendo del anillo externo (1988). Luego, contando cinco anillos hacia atrás, dibuja una marca similar en el anillo que se formó en 1980. Has esto en cada uno de los intervalos de cinco años precedentes.(Esto hará que te sea fácil determinar la edad de cada anillo al seguir con el ejercicio).
2 Si miras la secuencia de los anillos de los árboles en general, ¿en qué años se formaron los anillos extraordinariamente anchos? (Anotarlos en un papel) Has lo mismo con los años en que se formaron anillos extraordinariamente estrechos.
3 Registra la información acerca de los anillos más anchos y más estrechos en el diagrama esquemático de tu hoja de registros. (Figura CP3.2). Marca el primer anillo con una O y el último (1988) con ∇. Luego dibuja líneas verticales encima del eje *x* para los años que tienen anillos extraordinariamente anchos y debajo del eje *x* para los años con anillos extraordinariamente estrechos. Cuanto más ancho (o más estrecho) sea el anillo, más larga será la línea que debes dibujar. Has esto más o menos a ojo - no hay necesidad de usar una escala.
4 Has examinado uno de los tres diferentes árboles de un solo grupo. Ahora forma un equipo con los estudiantes que hayan estudiado los otros dos árboles. Comparen los resultados. ¿Están registrados los mismos hechos extremos en los tres árboles? ¿En qué se diferencian los diagramas esquemáticos de los tres árboles? ¿Puedes sugerir explicaciones de las diferencias? Estudiarás esto con un poco más de detalles en la pregunta que sigue.

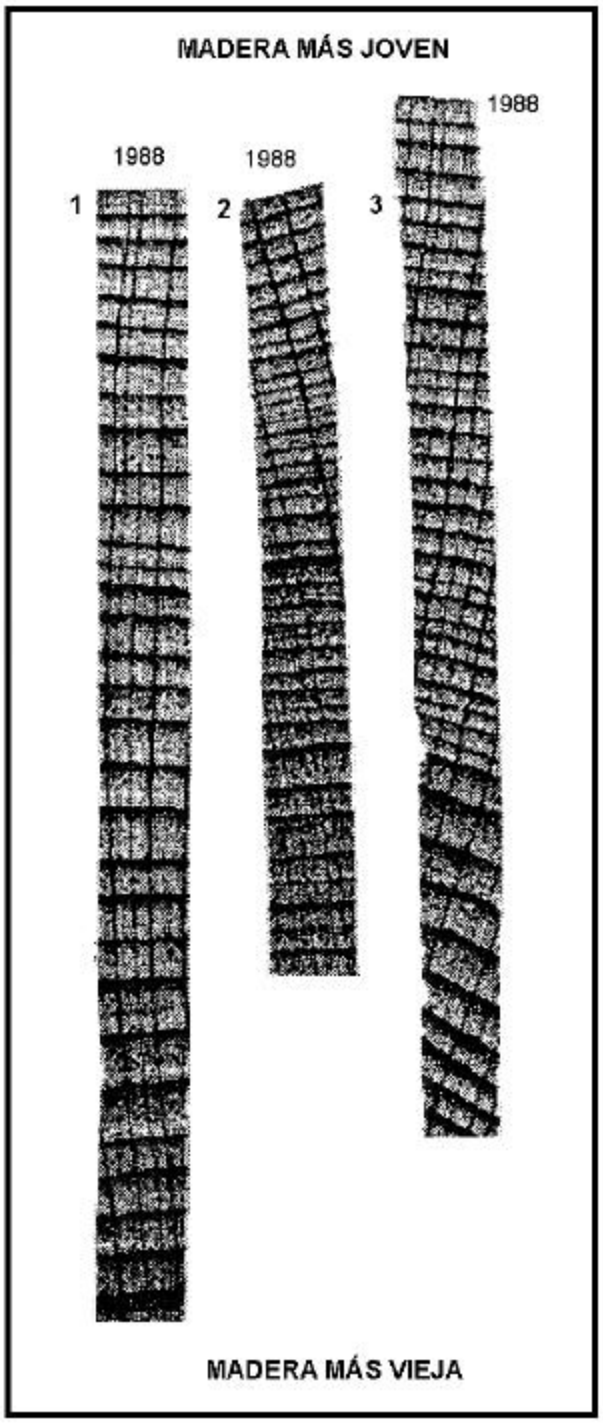


Figura CP3.1 *Testigos de la misma especie reunidos en julio de 1988. El anillo más joven está en la parte superior. (Nótese la falta de madera reciente en el anillo exterior). Los testigos provienen de tres árboles diferentes,(todos del mismo grupo), bajo condiciones de sequía en Suiza. Los anillos se reproducen en tamaño natural.*

CP3 Actividades Estudios sobre los anillos de los árboles

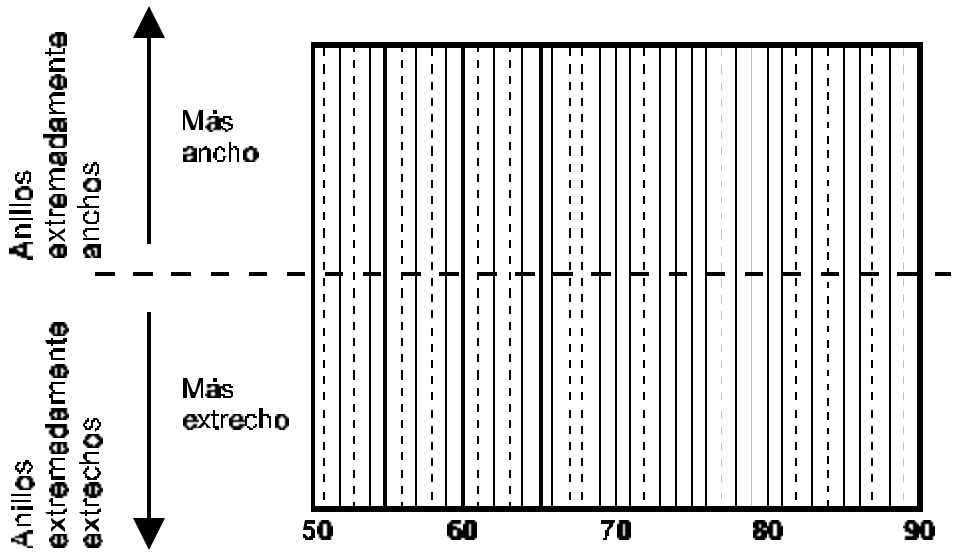


Figura CP3.2 *Grilla del diagrama esquemático para un haya suiza de la cual se extrajo una muestra en 1988.*

A2 Diagrama del ancho de los anillos

1. Usando la misma muestra de anillos de árboles que usaste para el diagrama esquemático, numera los anillos de la muestra desde 1(el año más reciente) hasta *N*, donde *N* es el número total de anillos del testigo de muestra (y la edad del árbol cuando se le extrajo la muestra).

2. Mide el ancho de los últimos 31 anillos más recientes hasta los 0,5 mm más cercanos y registra los resultados de la Figura CP3.1 en tu hoja de registro. Completa la columna del año de los anillos.

3. Diagrama los resultados de la Figura CP3.1 en una grilla usando los ejes, como se muestra en la Figura CP3.3. Esboza una curva suave cubriendo los puntos de los datos.

4. Ahora forma un equipo con los estudiantes que han diagramado los datos de los otros dos árboles. Compara los resultados y prepara un breve informe de los hallazgos.

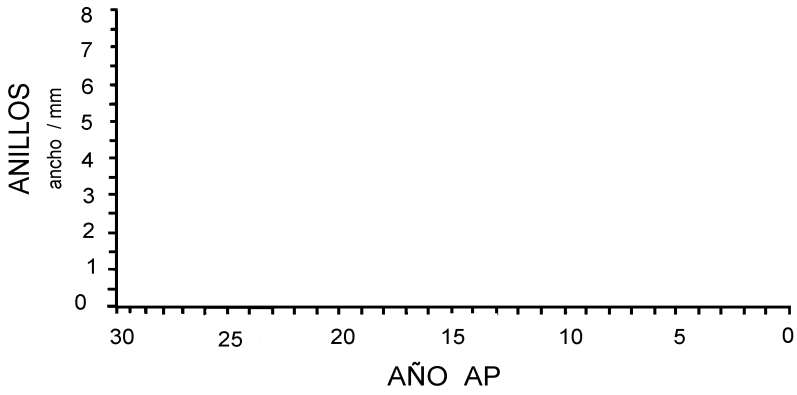


Figura CP3.3 *Ancho de los anillos de los árboles comparado con el tiempo (en años antes del presente, A.P., en el que el presente es la fecha en que fue extraída la muestra, 1988)*

.

CP3 Actividades Estudios sobre los anillos de los árboles

Tabla CP3.1 *Datos del ancho de los anillos de haya.*

		Ancho de los anillos /mm		
Anillos	**Año del Anillo**	**Arbol 1**	**Arbol 2**	**Arbol 3**
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

CP3 Actividades Estudios sobre los anillos de los árboles

Preguntas

1. (a) ¿Cuántos años cubre la secuencia de anillos de los árboles que estás estudiando?
   (b) Si la muestra fue extraída durante un programa de investigación de campo en julio de 1988, ¿cuáles son los años para los que puedes obtener información ambiental?

2. ¿Es tu secuencia de anillos de árboles resistente o susceptible

   a) en el ancho de los anillos?
   b) en el ancho de la madera reciente?
   (La información que aparece en la página CP3.6 te ayudará a responder esta pregunta.)

3. Entre 1970 y 1988 hubo un período de sequía que afectó adversamente el crecimiento de árboles adultos en el grupo de hayas del cual se extrajeron tus muestras.

   a) Usando el diagrama esquemático que construiste (Figura CP3.2), ¿puedes decir cuál o cuáles años fueron los de mayor sequía?
   b) ¿Puedes identificar otros períodos antes de 1970 en los que pueden haber existido condiciones de sequía?
   ¿Qué evidencia tienes en apoyo de esta respuesta?

4. ¿Qué pasaría si el grupo de árboles que has estado estudiando hubiera crecido en un pantano (en condiciones húmedas) en vez de en una región seca?
   ¿Puedes sugerir una posible explicación acerca de los anillos anuales estrechos bajo las nuevas condiciones ambientales?

5. a) ¿En qué años fue el crecimiento de los árboles superior al promedio? (Sugerencia: calcula el ancho promedio de los anillos de la Figura CP3.3, basado en la tabla de datos del ancho de los anillos que construiste. Busca este valor promedio en el eje- y de la figura CP3.3 y dibuja en tu gráfico una línea horizontal que pase por este punto).
   b) ¿En qué años fue inferior al promedio?
   c) ¿Qué diferencias hay entre el diagrama de anchos de los anillos y el diagrama esquemático?

6. ¿Qué usos piensas que les puedes dar a los datos acerca de los anillos de los árboles como los diagramas esquemáticos y los diagramas de los anchos de los anillos para inferir los cambios en el clima regional o global que hubo en el pasado?
7. ¿Qué suposiciones tendrías que hacer para inferir los cambios de clima usando el enfoque o enfoques que sugeriste en la pregunta 6?
8. ¿Cómo crees que podrías probar o mejorar la veracidad de tus suposiciones acerca del clima si usaras el enfoque propuesto en la pregunta 6?

CP3 Hoja de información Estudios sobre los anillos de los árboles

Introducción

Los anillos de crecimiento anual de los árboles suministran cuantiosa información acerca del ambiente en el que crecieron los árboles. Cada anillo de crecimiento registra la respuesta del árbol a las condiciones ambientales de ese año, en particular las dimáticas (que se expresan simplemente en términos de precipitación y temperatura). Puesto que los anillos de los árboles se pueden contar año por año, en muchas partes del mundo es posible atribuir fechas precisas a cualquier cambio que muestren los anillos de crecimiento (tales como el ancho de los anillos o la estructura del tejido de la madera). Esos cambios pueden haber sido causados por las variaciones del clima.

Cómo se ven los anillos de los árboles

Se extraen muestras de los anillos de los árboles usando una herramienta llamada barreno de incremento (Figura CP3.4).

Como se muestra en la Figura CP3.5 y CP3.6 los anillos de los árboles pueden identificarse a simple vista. Sin embargo, se usa el microscopio para ver la estructura de la madera de cada anillo. Está claro que los anillos de los diferentes tipos de árboles son distintos entre sí.

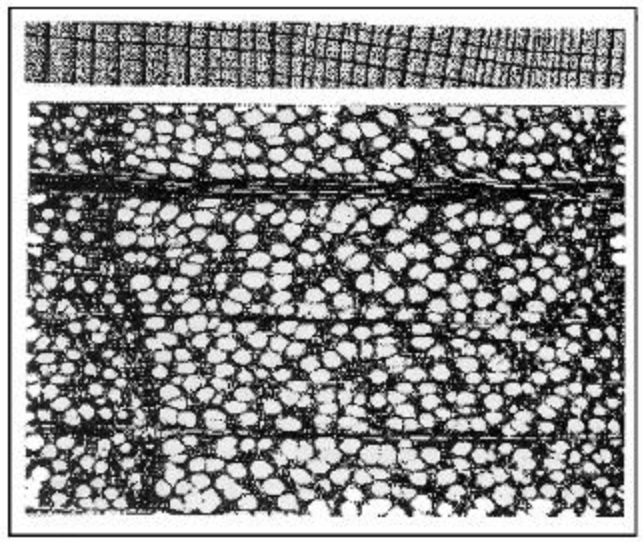


Figura CP3.5 *Anillos anuales de un haya amplificados 2x (arriba) y 40x (abajo).*

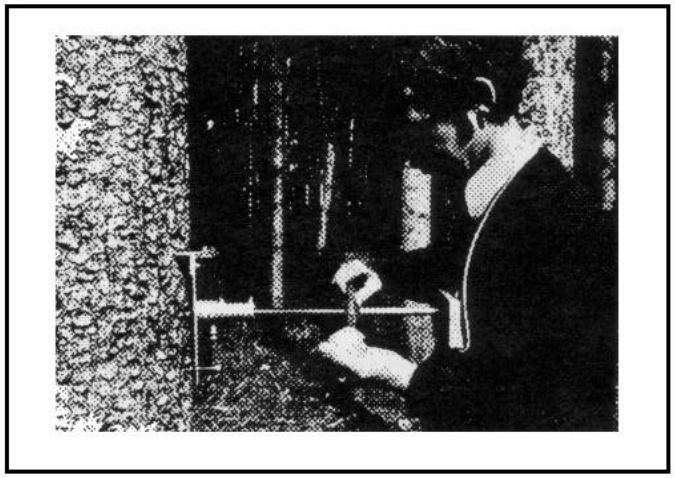


Figura CP3.4 *Investigador usando un barreno de incremento para extraer testigos de madera de pequeño diámetro de árboles vivos sin dañarlos. El barreno mide alrededor de 35 cm de largo.*

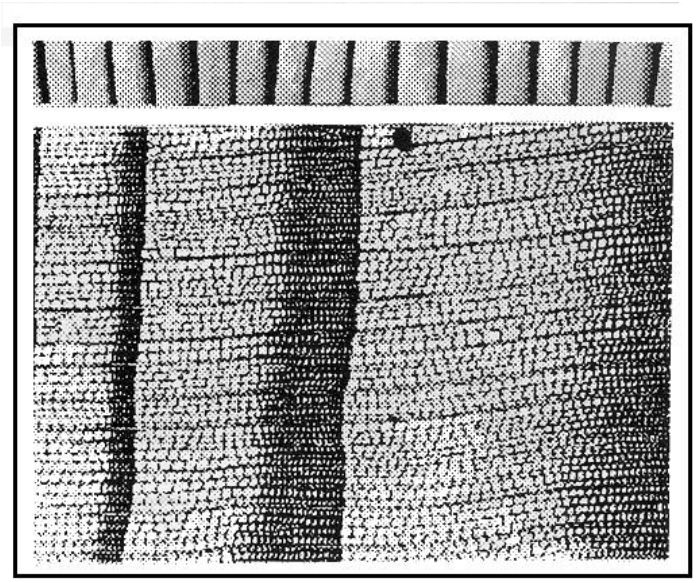


Figura CP3.6 *Anillos anuales de una abeto amplificados 2x (arriba) y 40x (abajo). Nótense las capas claras y oscuras de madera "temprana" y "tardía".*

CP3 Hoja de información Estudios sobre los anillos de los árboles

Cómo y por qué varían los anillos de los árboles

Los anillos anuales de los árboles no se forman en los trópicos donde hay poca variación estacional del clima. La Figura CP3.7 es una fotografía de un testigo tomado de un árbol Tabaebuja de Manaos, Brasil, que muestra capas de crecimiento no muy diferenciadas, pero probablemente no muestra anillos anuales. En la mayoría de las otras partes del mundo, los cambios en el espesor y en la densidad de los anillos hacen posible una fácil identificación de las franjas anuales de crecimiento (Figura CP3.6, CP3.7b y c).

Algunas muestras de anillos de árboles tienen anillos anuales anchos (Figura CP3.7b), pero otras los tienen muy angostos (Figura CP3.7c). Estas diferencias con frecuencia pueden ser atribuidas a las condiciones ambientales bajo las cuales crece un árbol, tales como la riqueza del suelo, la cantidad de luz solar disponible, el drenaje o la competencia. El abeto que se muestra en la Figura CP3.7b, por ejemplo, creció en un suelo rico, con un drenaje normal y un buen suministro de agua, luz y oxígeno. Por el contrario, el alerce de la Figura CP3.7c creció en la ladera de una montaña en Suiza, justo debajo de la línea hasta donde crecen los árboles. También se ha demostrado que el ancho del anillo generalmente decrece durante el período de vida de un árbol (Figura CP3.7c).

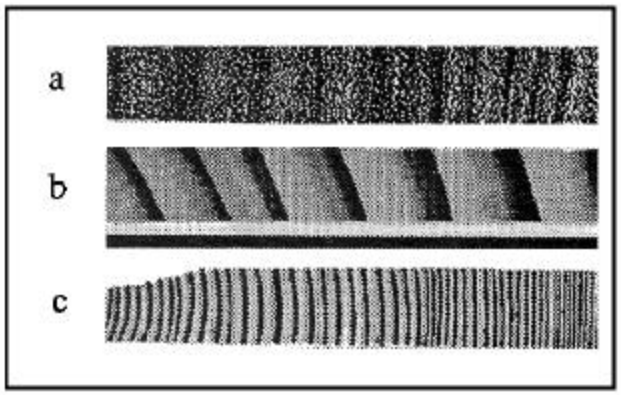


Figura CP3.7 *Ejemplos de anillos de árboles. Al igual que muchas especies tropicales, la madera de la Tabaebuja de la selva tropical brasileña (a) no tiene anillos anuales, sólo capas de crecimiento. Sin embargo, tanto el abeto (b) de Emmental, Suiza y el alerce (c) de Wallis, Suiza, muestran anillos bien diferenciados.*

Una capa anual típica está compuesta por madera "temprana" (clara) y una madera "tardía" más densa (oscura) (ver Figura CP3.7b). Las diferencias de color entre la madera temprana y tardía son causadas por los cambios ambientales a lo largo del curso de las estaciones, a los que responde el crecimiento de un árbol; la madera tardía oscura es más densa que la madera temprana (Figura CP3.8).

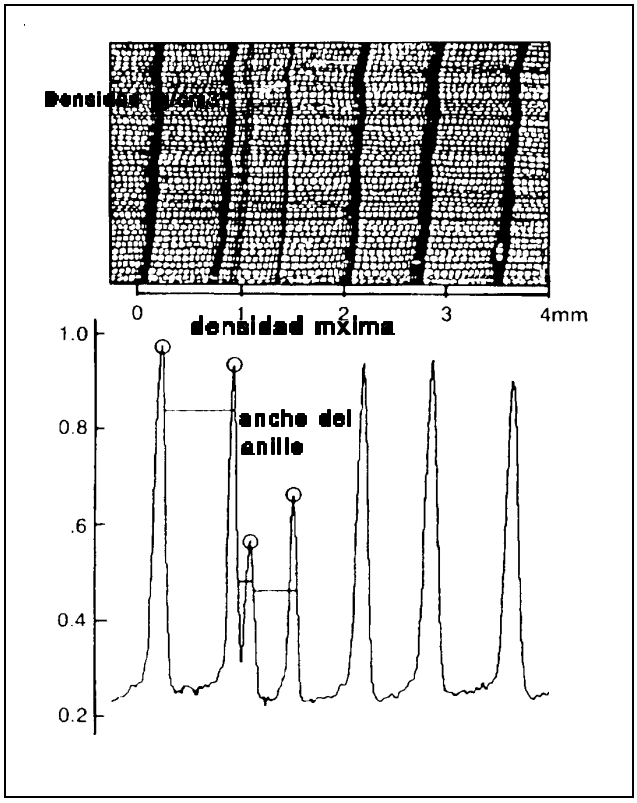


Figura CP3.8 *Registro de 6 años de un anillo de árbol que incluye una fotografía (arriba) y una curva de densidad de la madera. Por lo general la madera tardía es por lo menos dos veces más densa que la madera temprana (F. Schweingruber, 1988).*

Los cambios en el ancho de los anillos de un mismo árbol proporcionan información ambiental muy útil. Los científicos que estudian los anillos de los árboles consideran el ancho de cada banda anual así como también el espesor de la madera tardía. A las muestras de árboles que no varían dentro de estos parámetros se las llama resistentes y a aquellas que sí lo hacen se las llama susceptibles. En la Figura CP3.9 se dan algunos ejemplos sobre la forma en que se utiliza esta terminología. El alerce (a) es resistente en el ancho del anillo pero susceptible en el ancho de la madera tardía; mientras que el otro alerce (b) es susceptible en ambos parámetros. El pino (c) también es susceptible en el ancho del anillo y de la madera tardía.

El modelo que muestra la Figura CP3.9c es común en grupos de árboles de la misma edad; los árboles jóvenes que crecen separados tienen suficiente espacio para sus raíces y reciben abundante luz solar, lo que resulta en un rápido crecimiento (anillos anchos). Los árboles más viejos de un grupo deben competir tanto por el espacio para sus raíces como por la luz solar (crecimiento reducido)

CP3 Hoja de información Estudios sobre los anillos de los árboles

Con frecuencia, las variaciones en el ancho de los anillos y de la madera tardía se pueden interpretar en términos de cambios ambientales. Por ejemplo, un incremento en el crecimiento de los árboles (anillos gruesos) en una región seca podría deberse a un largo período de precipitación más abundante que la normal. Sin embargo, una abundante precipitación en una región húmeda podría inhibir el crecimiento, y los anillos serán más delgados que lo normal. No obstante, para poder confiar en dichas interpretaciones es necesario saber mucho acerca del medio en el que vive el árbol y sacar un número de muestras de árboles de la misma área para poder identificar pautas uniformes de respuestas extremas.

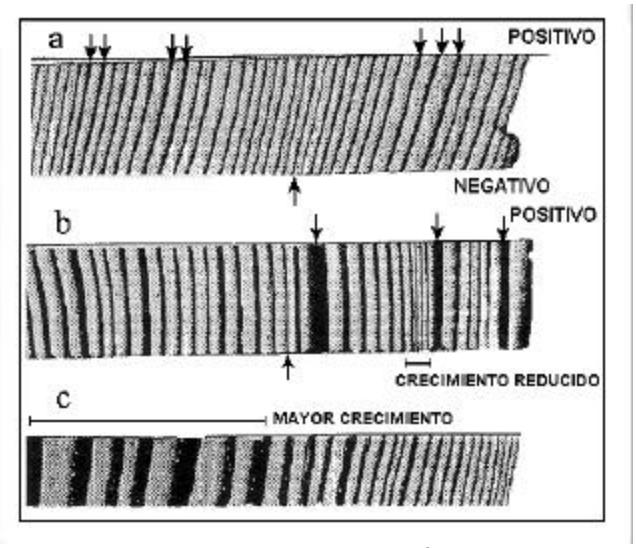


Figura CP3.9 *Muestras de anillos de árboles de Suiza: (a) alerce (las flechas señalan los años de eventos positivos y negativos de la madera tardía); (b) alerce (muestra los años de eventos positivos de la madera tardía y los períodos de crecimiento reducido); (c) pino (muestra un período de mayor crecimiento durante los primeros años del árbol y un crecimiento reducido más tarde).*

Otras características interesantes que proporcionan información sobre las condiciones ambientales del pasado se pueden ver a simple vista en los dibujos de los anillos. Por ejemplo, las cicatrices producidas por el fuego suministran evidencia de condiciones climáticas secas en el pasado. Las cicatrices recientes producidas por el fuego se pueden ver en la parte externa de los árboles (Figura CP3.10a); las cicatrices antiguas son evidentes en la interrupción de la estructura interna del anillo a medida que el árbol iba cicatrizando (Figura CP3.10b).

Algunas veces, espesas capas de madera comprimida se forman como respuesta a un crecimiento no vertical del árbol (Figura CP3.11). La madera comprimida de un árbol que crece en una ladera podría indicar una presión producida por una avalancha, nieve abundante o deslizamiento del suelo.

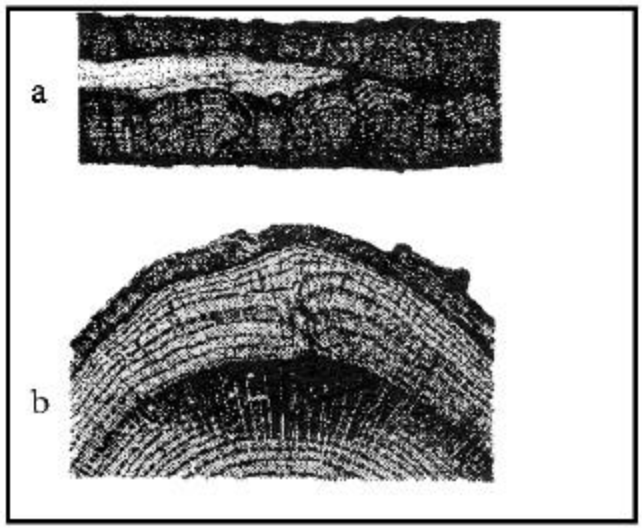


Figura CP3.10 *Las cicatrices producidas por el fuego (a) son evidentes en la parte externa de los árboles, y (b) en la estructura interna de los anillos del árbol. Las cicatrices producidas por el fuego indican condiciones climáticas secas.*

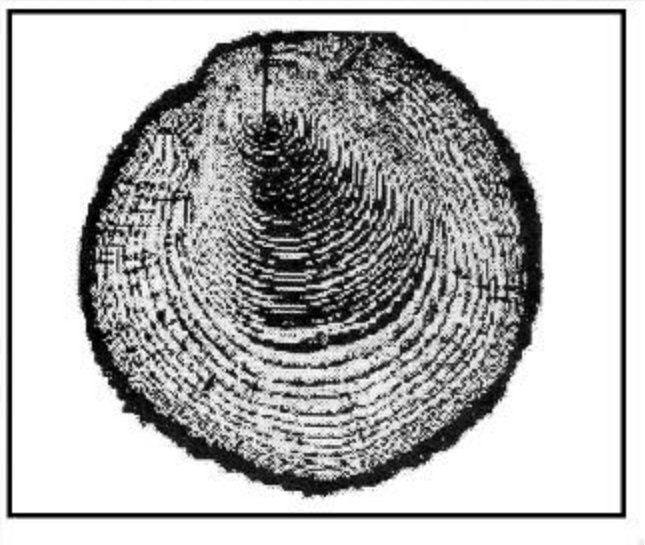


Figura CP3.11 *La madera comprimida (anillos gruesos) de las coníferas se forma como respuesta de un árbol que no crece verticalmente como consecuencia de un derrumbe, fuertes vientos predominantes, un árbol caído, etc. La madera más gruesa sirve como soporte sobre el lado hacia el que se inclina el árbol.*

CP3 Notas para los profesores

Contenido

Esta actividad presenta a los alumnos uno de los métodos más importantes para el estudio de las condiciones ambientales del pasado. Al estudiar las fotografías de los testigos de los árboles, los estudiantes pueden aprender acerca de los factores ambientales que influyen en el crecimiento natural. De esta manera pueden apreciar que los anillos de los árboles se utilizan tanto para fechar eventos climáticos como para proporcionar información acerca del clima en el pasado.

Objetivos

Al terminar esta lección los estudiantes deben:

- saber acerca de los factores ambientales que influyen en el crecimiento de los árboles,
- saber que los anillos de los árboles se pueden usar para fechar los eventos climáticos,
- saber que los anillos de los árboles suministran información sobre las condiciones climáticas del pasado,
- haber tenido la oportunidad de manejar los datos,
- haber tenido la oportunidad de interpretar los datos que se desprenden de las mediciones de los anillos,
- tener conciencia de que los científicos con frecuencia encuentran las respuestas a preguntas importantes en lugares inesperados.

Conocimientos necesarios

Las hojas de información proveen toda la información esencial para completar la actividad pero sería beneficioso que los estudiantes estuviesen familiarizados con el crecimiento y nutrición de las plantas.

Materiales

hoja de actividades CP3
hoja de información CP3

Notas sobre la actividad

Las hojas de información presentan a los estudiantes la naturaleza de los anillos de los árboles y los estudios acerca de ellos. Este material debe ser presentado a los alumnos antes de comenzar las actividades.

Algunos gráficos dan una fecha con la leyenda Año AP (por ejemplo, Figura CP3.3). AP es la abreviatura de "Antes del Presente".

Los diagramas esquemáticos (ver, por ejemplo, Figura CP3.12) se utilizan para seleccionar eventos extremos o inusuales al considerar una secuencia de anillos como un todo. Estos diagramas identifican eventos que pueden tener un significado climático. Los anillos extraordinariamente anchos y angostos se indican en una escala relativa (eje-*y*) año a año. Los años "normales" no se incluyen en el diagrama. La diagramación se hace a ojo de manera que no hay escala sobre el eje-*y*.

La Actividad 1 se ocupa de un diagrama esquemático (Figura CP3.13) y la Actividad 2 de un diagrama sobre el ancho de los anillos (Figura CP3.14).

CP3 Notas para los profesores

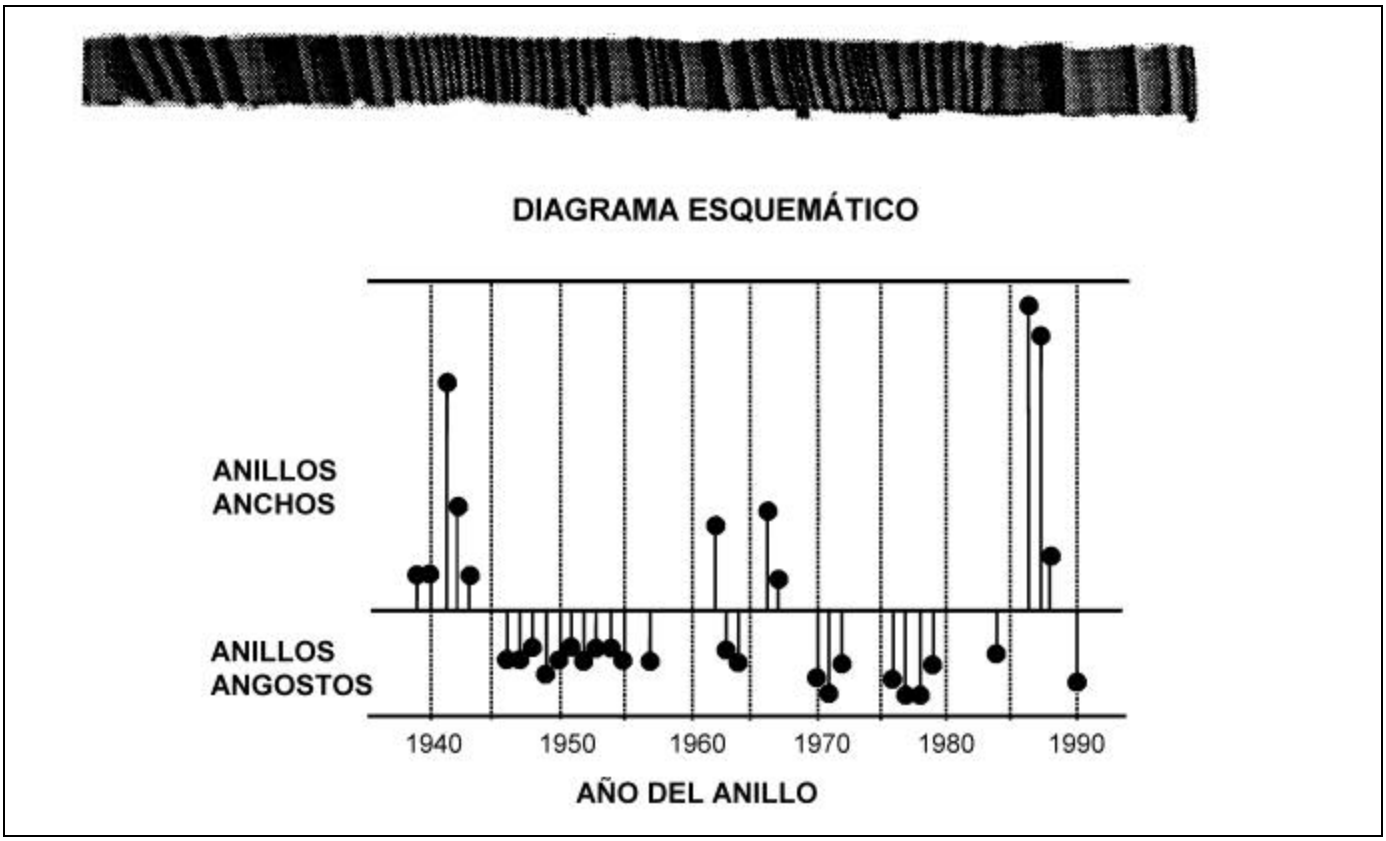


Figura CP3.12 *Ejemplo de un diagrama esquemático.*

En A1 (página CP3-1) se les pide a los estudiantes que lean la información acerca de los anchos de los anillos (Figura CP3.2).

Ellos deben obtener un diagrama como el que se muestra en la Figura CP3.13.

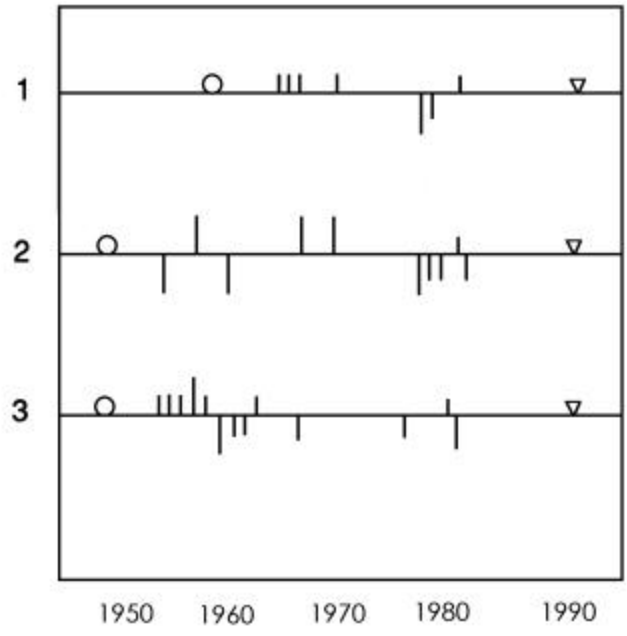


Figura CP3.13 *Diagrama esquemático para los tres árboles de la Figura CP3.1 correspondiente a las respuestas de los estudiantes de la Figura CP3.2.*

CP3 Notas para los profesores

Respuestas a las preguntas

1. (a) Consultar las secuencias de anillos tal como están numeradas en la Figura CP3.1. Arbol 1, 30 años; árbol 2, 39 años; árbol 3, 39 años.

   Arbol 1, 1958-1988; árbol 2, 1949-1988; árbol 3, 1949-1988.

2. (a) Todos son susceptibles en el ancho de los anillos.

   (b) Arbol 1, susceptible; árbol 2, resistente (a simple vista); árbol 3, susceptible.

3. (a) 1976 y 1977.

   (b) Es posible que las estimaciones difieran aquí. Sabiendo que las sequías tuvieron un efecto adverso en el crecimiento de los árboles en 1976 y 1977 (lo que da por resultado anillos estrechos), se podría argüir que los anillos estrechos registrados en la secuencia de los anillos antes de 1970 pueden también ser el resultado de condiciones anormalmente secas. Sin embargo, ninguno de los anillos anteriores a 1970 es tan estrecho como los de 1976 y 1977.

4. En un ambiente húmedo de pantano y con escaso drenaje, una precipitación más abundante que la normal podría tener un efecto adverso en el crecimiento del árbol, y en realidad podría "ahogarlo". Nótese que es imposible realizar una interpretación sustancial acerca de las secuencias de los anillos de los árboles si no se sabe algo sobre el hábitat al que está adaptado un tipo específico de árbol y sobre el ambiente en el que un árbol dado creció.

5. (a & b) Los datos sobre el ancho de los anillos para cada una de las secuencias de las tres hayas se dan en la Tabla CP3.2. Sus estimaciones bien pueden variar en 0,5 mm de los valores sugeridos, debido a la estimación que involucra la medición del ancho de los anillos con una regla. En la tabla, los valores en negrita designan los anchos de los anillos que superan los valores promedio para cada uno de ellos: 4,8 mm para el árbol 1; 2,5 mm para el árbol 2; 3,1 mm para el árbol 3.

   Las respuestas variarán. La Figura CP3.14 muestra cómo debe verse la curva del ancho de los anillos para cada árbol. La curva del ancho de los anillos es una medida continua del crecimiento y la respuesta de los árboles. El diagrama esquemático es un resumen de los eventos extremos o inusuales que sobresalen de la variación normal para un árbol dado. El diagrama esquemático más simple con frecuencia más útil para detectar los cambios ambientales regionales que pueden haber afectado al árbol (porque descubre los eventos inusuales de la tendencia general para el árbol). Un diagrama esquemático también sirve para comparar las diferentes secuencias de anillos de árboles (porque dichos diagramas no están hechos a escala).

6. Las respuestas variarán. Podrán consultar uno de los textos en la lista de la sección dedicada a las referencias. El primero es el texto más elemental.

7. Algunas de las suposiciones que se hacen cuando se infieren los cambios ambientales de los resultados del análisis de los anillos de los árboles son las siguientes:

   - los anillos son anuales y la secuencia está completa;
   - los requerimientos de los árboles para su crecimiento no han variado con el tiempo;
   - los eventos registrados en las muestras consideradas son representados regionalmente;
   - los cambios en el ancho de los anillos son causados por un número limitado de factores, tales como cambios en la precipitación o en la temperatura, los que se pueden documentar en forma independiente.

8. Algunas de las posibilidades son las siguientes:

   - obtener grandes números de muestras en una región geográfica extensa para su comparación;
   - llevar a cabo experimentos controlados sobre las respuestas de los árboles a los cambios en una amplia gama de parámetros ambientales que podrían cambiar a lo largo de la vida de un árbol;
   - extraer toda la información posible sobre las características del área de muestreo (por ejemplo, topografía, flujo del agua superficial, características del suelo) y buscar evidencias de cambios en el pasado.

CP3 Notas para los profesores

Ancho de los anillos /mm				
Anillo	**Año del Anillo**	**Arbol 1**	**Arbol 2**	**Arbol 3**
1	1988	3,5	**3,0**	3,0
2	1987	3,0	**3,0**	2,5
3	1986	3,5	**3,0**	**3,5**
4	1985	4,5	**3,0**	**4,0**
5	1984	3,5	**3,0**	3,0
6	1983	4,5	2,0	3,0
7	1982	**5,0**	2,5	3,0
8	1981	4,0	2,0	2,5
9	1980	**6,0**	**3,0**	**4,0**
10	1979	4,5	2,0	**3,5**
11	1978	4,5	2,0	**3,5**
12	1977	3,0	1,5	2,0
13	1976	2,5	1,0	2,0
14	1975	4,0	1,5	3,0
15	1974	**5,0**	2,0	**3,5**
16	1973	4,0	2,0	3,0
17	1972	4,5	2,0	**3,5**
18	1971	**6,5**	2,0	3,0
19	1970	**5,0**	2,0	3,0
20	1969	**7,0**	**3,5**	3,0
21	1968	**5,0**	2,5	2,0
22	1967	**6,0**	**3,0**	**3,5**
23	1966	**5,0**	2,5	2,0
24	1965	**7,5**	2,5	2,5
25	1964	**6,5**	**3,0**	**3,5**
26	1963	**7,0**	**3,0**	3,0
27	1962	**5,0**	2,5	2,5
28	1961	**5,0**	2,5	3,0
29	1960	**5,0**	2,0	2,0
30	1959	**5,0**	**3,0**	**4,5**
31	1958	n.a.	**5,0**	**6,0**

Tabla CP3.2 *Datos sobre el ancho de los anillos para las tres hayas de la Figura CP3.1. Corresponde a la respuesta de los estudiantes para la Tabla CP3.1.*

CP3 Notas para los profesores

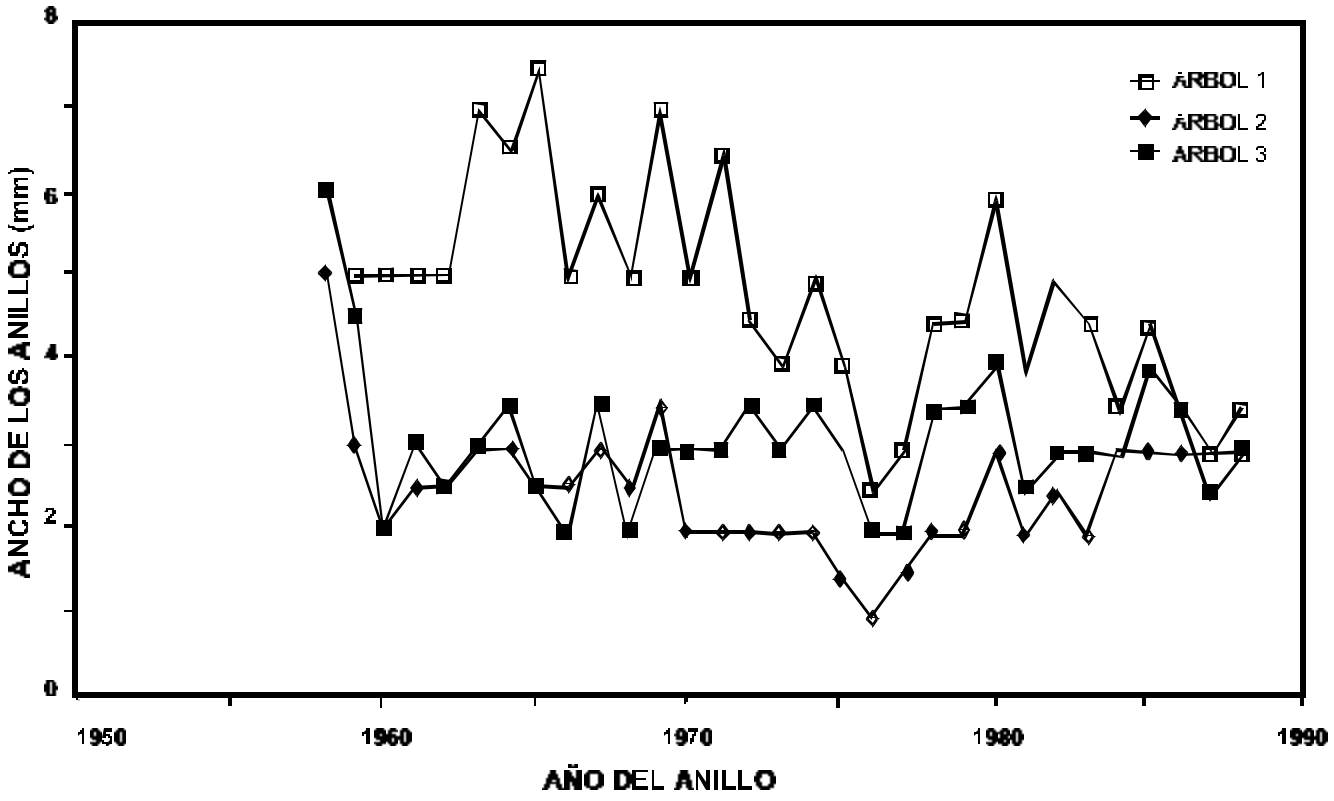


Figura CP3.14 *Curvas del ancho de los anillos para la secuencia de las tres hayas de la Figura CP3.1.*