

LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO COMO INDICADORES CLIMÁTICOS

Mar Génova Fuster. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal

LOS anillos de crecimiento de los árboles y otras plantas leñosas constituyen una fuente de información para diversos estudios científicos. La ciencia que se ocupa del análisis de los anillos de crecimiento desde una perspectiva temporal se denomina **Dendrocronología**, mientras que la **Dendroclimatología** constituye una disciplina específica que permite extraer y seleccionar la información de carácter climático contenida en la variabilidad de los datos dendrocronológicos. Para ello se requiere que estos datos procedan de un conjunto amplio de ejemplares que contengan la mayor varianza común posible que se pueda relacionar con los datos climáticos.

El engrosamiento periódico y concéntrico de troncos y ramas es un hecho biológico que se manifiesta en gran parte de los árboles y otras leñosas que habitan en climas estacionales y permite que se acumule y conserve información de carácter variable y temporal, de manera que las oscilaciones de los anillos de crecimiento (y, en ocasiones, también otro tipo de marcas o señales) constituyen un registro de los diferentes acontecimientos que han ido sucediendo en la historia vital de cada ejemplar.

La obtención de datos dendrocronológicos de interés para el análisis de las variaciones climáticas se puede desglosar en los siguientes aspectos:

Muestreo. Es uno de los pilares sobre los que se asienta la Dendroclimatología y requiere estudios previos para seleccionar adecuadamente las especies leñosas más longevas y que fisiológicamente constituyan de forma usual un anillo de crecimiento cada año. Asimismo requiere una selección de las localidades donde la sensibilidad climática de los árboles sea la máxima posible ("árboles sensibles"), habitualmente en áreas marginales del área de distribución o respecto al rango o amplitud ecológica. En este sentido el máximo paradigma dendrocronológico lo constituye la especie de mayor longevidad conocida, cuyo nombre científico (*Pinus longæva*) alude precisamente a esta cualidad y que se localiza en las altas montañas de la Sierra Nevada de California hasta los 3500 m de altitud. Los ejemplares más notables de esta especie alcanzan casi los 5000 años de edad y sobreviven como reliquias imponentes en condiciones muy limitantes.



La extracción de muestras en árboles vivos se realiza mediante un instrumento habitual en los trabajos forestales, la barrena de Pressler, que permite extraer sin daño un pequeño cilindro de madera desde la corteza hasta la médula.

Medición y análisis de las secuencias de crecimiento. Se pueden medir diferentes variables (densidad de la madera, porcentajes de isótopos...) pero la anchura o grosor del anillo es el dato que más frecuentemente se obtiene. Este proceso se realiza de forma muy precisa, tras preparar las muestras mediante cortes o lijado, mediante un equipo semiautomático y programas informáticos específicos. Estos mismos programas permiten un análisis de los patrones de crecimiento de las secuencias temporales y, en su caso, de las perturbaciones que pueden modificar la tendencia aproximada a una exponencial decreciente debido a la edad.

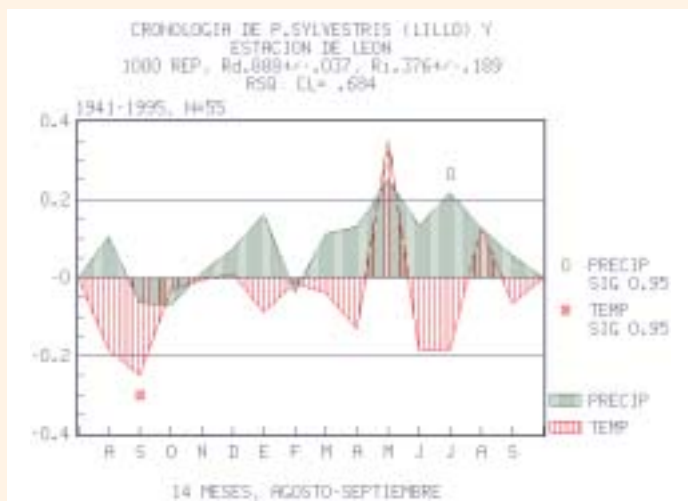
Sincronización y datación. Mediante diferentes técnicas visuales, gráficas y estadísticas de comparación por solapamiento entre numerosas series de crecimiento se detectan errores y anomalías hasta conseguir un conjunto de secuencias adecuadamente sincronizadas, en las que se puede hacer corresponder cada medición de anillo con el año concreto en que fue formado. Este proceso es otro de los pilares básicos de la Dendrocronología y consiste fundamentalmente en la identificación y corrección de irregularidades como heridas o anillos múltiples, discontinuos o ausentes.

Estandarización. Para analizar la variabilidad común de las secuencias de crecimiento datadas, que proceden generalmente de árboles de diferentes edades, es indispensable aplicar modelos y filtros que minimicen la tendencia debida a la edad u otras oscilaciones individuales (debidas a competencia, daños o enfermedades) y transformar las secuencias en series temporales estacionarias respecto a la media, conservando las oscilaciones de periodo corto, especialmente anuales.

Se pueden alargar en el tiempo las cronologías procedentes de árboles vivos acudiendo a otras fuentes de información dendrocronológica como son las maderas de construcciones de progresiva antigüedad o los restos más o menos fosilizados que se localizan en diferentes tipos de sedimentos.

La existencia de un banco de datos que, en España, supera el millar de secuencias dendrocronológicas datadas, ha permitido la realización de numerosos estudios de carácter dendroclimático. Entre otros, la determinación de años de mínimos crecimientos relativos en amplias regiones, permite reconocer la existencia de condiciones climáticas muy desfavorables en determinados periodos, tales como la primera mitad del siglo XVII y la segunda del siglo XX (Génova, 2000).

La relación del **crecimiento** con el **clima** se analiza mediante modelos que determinan la respuesta a las variables meteorológicas que queda reflejada en las fluctuaciones de las series dendrocronológicas y requiere que los registros meteorológicos presenten datos continuos durante, al menos, treinta años y que sean representativos.



En la figura se observa la incidencia de la temperatura media y de la precipitación mensuales en una cronología procedente de la localidad de Puebla de Lillo. Como factores más significativos hay que destacar que temperaturas elevadas en septiembre del año anterior al crecimiento no favorecen el crecimiento del siguiente año al provocar una disminución de las reservas para el año siguiente. Sin embargo, precipitaciones elevadas durante el periodo vegetativo inciden favorablemente permitiendo un mayor grosor del anillo (Génova, 1998).

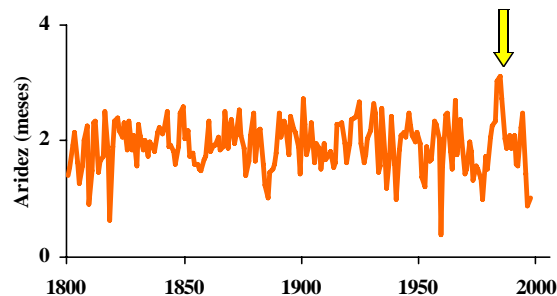
Utilizando como base los análisis anteriores se puede afrontar la **Reconstrucción Dendroclimática**, empleando las cronologías como estimadores de las oscilaciones climáticas y tras asumir que la relación comprobada para el periodo en que hay datos climáticos será similar a lo sucedido en el pasado. Para ello se utilizan diferentes técnicas, entre otras es muy habitual obtener la función de transferencia, que permite reconstruir variables mensuales, estacionales, anuales e índices climáticos con resolución anual, según presenten una suficiente y fiable varianza explicada. Este tipo de reconstrucciones se encuentran limitadas por la longevidad de los árboles y así, son escasas las que superan el milenio.



Las variables climáticas que se estiman con mayor fiabilidad son las más limitantes para el crecimiento y, como las series dendrocronológicas más largas suelen proceder de viejos árboles que habitan en alta montaña o en elevadas latitudes, donde la temperatura constituye el principal factor limitante del crecimiento, son más frecuentes las reconstrucciones de variables térmicas.

En España se han reconstruido numerosas variables climáticas, mediante distintas técnicas y con diferente amplitud territorial. Entre los estudios realizados resaltan aquellos que reconstruyen y analizan diferentes variables en extensas regiones, como los de Creus y al. (1997) y las Tesis Doctorales de E. Manrique (1997), V. Candela (1999) y M. Saz (2002). Entre los resultados más llamativos de estos trabajos cabe destacar la determinación de los siglos XVI, XVII (PEG) y el XX como los periodos más variables, extremos y anómalos del último

milenio en todo el territorio peninsular (Manrique y Fernández, 2000). Por sus implicaciones biológicas en el ámbito del clima mediterráneo resultan de gran interés las reconstrucciones dendroclimáticas de la precipitación y de la aridez.



Respecto a este último índice climático se ha determinado, por ejemplo, que el primer quinquenio de la década de los 80 resulta ser el más árido de los últimos 200 años en una reconstrucción dendroclimática de la región suroriental de la provincia de Guadalajara, tal como se observa en el gráfico de la izquierda (Génova & Martínez, 2003).

Referencias

1. Creus, J., Fernández, A. y Manrique, E. (1997). "Dendrocronología y clima del último milenio en España. Aspectos metodológicos y avance de resultados". En: Ibáñez et al. (eds.), "El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación", 311- 330.
2. Génova, M. (1998). "Estudio de los anillos de crecimiento y su relación con las variables meteorológicas en el pinar de Lillo (León)." *Ecología*, 12: 237-250.
3. Génova, M. (2000). "Anillos de crecimiento y años característicos en el Sistema Central (España) durante los últimos cuatrocientos años." *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural*, 96 (1-2): 33-42.
4. Génova, M. & Martínez, D. (2003). "Dendroclimatic Reconstructions in Southern Sistema Iberico. Quaternary Climatic Changes and Environmental Crises in the Mediterranean Region": 1-6. Universidad de Alcalá- Ministerio de Ciencia y Tecnología.
5. Manrique, E. & Fernández, A. (2000). "Extreme climatic Events in dendroclimatic reconstructions from Spain. *Climatic Change*", 44: 123-138