

JORNADAS

DE DENDROGEOMORFOLOGÍA

LOS ÁRBOLES,
FUENTE DE CONOCIMIENTO
SOBRE LOS PROCESOS
Y DESASTRES NATURALES

28 de noviembre **2008**



Dendrocronología: datación de anillos de crecimiento y utilidades

Dra. María del Mar Génova

Universidad Politécnica de Madrid

P.Titular EU. EUITForestal. Avda. Ramiro de Maeztu s/n, 28040. Madrid.

mar.genova@upm.es

El principal objetivo de la dendrocronología es estudiar las variaciones en grosor de los anillos de crecimiento a lo largo del tiempo y sus causas, por ello cuanto más sensibles sean las leñosas a las oscilaciones de los factores reguladores del crecimiento más fácil será intentar identificar esas causas. Es decir, el registro temporal o cronología de las oscilaciones del grosor de los anillos de crecimiento constituye una fuente de información directamente relacionada con las diferentes circunstancias que han afectado a la historia vital de árboles y otras leñosas.

Las principales aplicaciones de esta ciencia se centran en la datación muy precisa de maderas que la cual pueden proceder de árboles vivos o de sus restos, o de material fósil o subfósil procedente de turberas, glaciares u otro tipo de yacimientos que hayan permitido la conservación de sus características estructurales. Asimismo también pueden analizarse vigas procedentes de la construcción de edificios históricos o yacimientos arqueológicos e, incluso, otros elementos elaborados con madera como retablos, instrumentos musicales, muebles,....

Las cronologías de anillos de crecimiento pueden obtenerse a partir de la medición de diferentes características de los anillos, aunque el grosor, anchura o incremento anual es la variable que más frecuentemente se utiliza.

La sincronización consiste en comparar series y comprobar la coincidencia de los patrones de crecimiento, mediante diferentes tipos de análisis visuales y estadísticos (método de solapamiento).

A través de los métodos dendrocronológicos se consigue una datación precisa, es decir, se asegura que cada serie comienza y finaliza en una fecha determinada y, por tanto, cada valor se corresponde con el año en que fue formado el anillo.

La datación por métodos dendrocronológicos ha obtenido resultados realmente espectaculares, aunque quizás el más evidente desde un punto de vista técnico ha sido la calibración de la datación radiocarbónica.

La datación de anillos de crecimiento también puede tener un enorme interés para reconstruir la historia y dinámica forestal. Además, determinados eventos pueden ser datados mediante análisis dendrocronológicos y el estudio de daños y cicatrices en la madera como desprendimientos, terremotos, avance y retroceso de glaciares, grandes avenidas, incendios, plagas,...e incluso puede estudiarse su periodicidad.

Los métodos más recientes para estudiar la relación crecimiento-clima (Dendroclimatología) están basados en complejos análisis multivariantes, si la relación es suficientemente significativa se pueden reconstruir variables meteorológicas extendidas en el tiempo tanto como los datos de crecimiento.

Aspectos anatómicos de interés en Dendrocronología

Juan M. Rubiales

U.D. Botánica. Escuela Superior de Ingenieros de Montes.
Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid
jm.rubiales@upm.es

Los árboles se encuentran expuestos a una gran variedad de factores que controlan su crecimiento. Como patrón general en latitudes templadas, muchos árboles desarrollan anualmente una capa de células diferenciada de la anterior, que es lo que constituye cada anillo de crecimiento. En su desarrollo, el clima es sin duda el parámetro que de manera más importante controla ese crecimiento radial anual de madera, pero una larga lista de factores ambientales controla también ese desarrollo. Los procesos geomorfológicos se encuentran por supuesto entre esos factores influyentes. Si profundizamos en la estructura y composición de cada uno de esos anillos de crecimiento a una escala microscópica, nos sorprenderá encontrar variaciones que pueden reflejar muchos de los sucesos ocurridos durante la vida del vegetal. La madera funciona por tanto como un registro vivo de factores ambientales. Pueden así detectarse, mediante cambios y peculiaridades en la anatomía de la madera, eventos geomorfológicos diversos, como son los de erosión, flujos de derrubios, ocurrencia de avenidas torrenciales, aludes, caídas de piedras, etc.

Las estructuras anatómicas de coníferas y frondosas son a su vez muy diferentes entre sí, y no todas las especies arbóreas de estos grupos responden de igual manera a cambios bruscos en su entorno. Durante la exposición, se repasará el proceso de formación de madera y las implicaciones de ciertos procesos ambientales en el desarrollo del xilema. Para detectar los cambios y poder datarlos con precisión son de importancia crucial ciertos parámetros biométricos (dimensiones de las células más importantes en los tejidos vasculares, traqueadas y vasos), la frecuencia y apariencia de canales resiníferos y una observación detallada que permita localizar los cambios anatómicos en una zona y otra del anillo. A modo de ejemplo, se analizarán estudios concretos en diferentes enclaves de la geografía europea que, de una forma u otra, han contribuido a desarrollar la disciplina de la dendrogeomorfología desde la perspectiva anatómica.

Introducción a la Dendrogeomorfología y sus aplicaciones

Andrés Díez Herrero

Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos

Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica

Instituto Geológico y Minero de España (MICINN)

andres.diez@igme.es

La Dendrogeomorfología, como su propio nombre indica, es una rama científica que estudia las relaciones entre la Dendrología (conocimiento de los anillos de los árboles) y la Geomorfología (análisis de la génesis y distribución espacial de las formas del relieve terrestre). Algunos autores consideran que es una subdisciplina de la Dendrocronología, pues frecuentemente centra sus objetivos en la datación de las formas y procesos a través de los anillos; mientras que otros la consideran dentro de la Dendroecología, pues estudia la relación de los anillos de los árboles con los factores ambientales. Aunque existen numerosos trabajos dendrogeomorfológicos en la década de 1960 (incluso publicaciones pioneras con anterioridad), no es hasta el año 1971 cuando el geógrafo finlandés Jouko Alestalo acuña el término y establece sus principales aplicaciones.

Los aspectos geomorfológicos que pueden ser analizados mediante fuentes de información y métodos dendrogeomorfológicos son casi tan diversos como ámbitos de estudio tiene la propia Geomorfología: génesis y datación de formas del relieve (superficies erosivas, niveles de incisión...) y depósitos superficiales (terrazas, morrenas, turberas, dunas...); estudio de procesos geomorfológicos, tanto en lo referente a su área de actuación (extensión afectada o zona fuera de su ámbito de actividad), modalidad de actuación y de las acciones (erosión, transporte, sedimentación), magnitud o intensidad (profundidad, velocidad, energía, densidad...), como la dimensión temporal (frecuencia y estacionalidad). Y además se ha aplicado a prácticamente todos los procesos geomorfológicos: fluviales (arroyada, torrenciales o fluviales s.s.), gravitacionales (caídas de roca, deslizamientos, flujos, reptación y subsidencia), glaciares (glaciares rocosos, glaciares, neveros...), periglaciares (permafrost, ciclos hielo-deshielo, aludes de nieve), eólicos, lacustres, litorales y costeros, cársticos... Incluso se incluyen también dentro de los estudios dendrogeomorfológicos los procesos no estrictamente geomorfológicos (ligados por ejemplo a la geodinámica interna), pero con repercusión en la superficie terrestre, y que tienen su reflejo en la secuencia de anillos de los árboles, como: impactos meteoríticos, vulcanismo (efusivo, explosivo, lahares...), sismicidad y tsunamis, etc.

En la mayor parte de los casos lo que se refleja en la secuencia de los anillos de los árboles no es un determinado proceso, sino las acciones físico-químicas elementales (erosión, transporte, sedimentación, vibración...), por lo que los indicios dendrogeomorfológicos (*dendrogeomorphological evidences*) son convergentes y comunes en distintos procesos; por ejemplo, los descortezados (*scars*) son indicios que se estudian para el análisis de movimientos de ladera (caídas de rocas), avenidas torrenciales y aludes, entre otros. Ello ha permitido establecer una clasificación común de los indicios dendrogeomorfológicos, organizados tanto según su dimensión espacial (de kilómetros a angstroms), como por el elemento estudiado (de isótopos a formaciones vegetales, pasando por células y árboles individuales).

Muchos de los procesos geomorfológicos presentan eventos de elevada intensidad y baja frecuencia (avenidas, aludes, desprendimientos, erosión de suelos, etc.) que tienen asociada alta peligrosidad natural, por lo que estas técnicas son susceptibles de ser utilizadas como fuentes de información de eventos pasados, su frecuencia y magnitud (intensidad y extensión), para integrarlo en los análisis de riesgos naturales; pueden servir de complemento a las fuentes de información clásicas (históricas, hidrológicas, geológicas...) e incluso sustituyéndolas donde son escasas y no representativas. Además, permiten ver la respuesta de los procesos y eventos a lo largo de periodos temporales de varios siglos, y por consiguiente extraer conclusiones sobre la incidencia del cambio climático en la frecuencia de catástrofes, y la estacionaridad o no de las series instrumentales.

Dendrogeomorfología y avenidas torrenciales

Juan Antonio Ballesteros Cánovas

Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

El estudio dendrogeomorfológico del fenómeno torrencial en cuencas de montaña supone una aportación importante en el conocimiento espacio-temporal del proceso, especialmente en aquellas corrientes que carecen de suficientes datos foronómicos, pluviométricos e histórico-documentales.

De la misma forma que sucede con la aplicación de esta técnica a otros procesos (aludes de nieve, caídas de rocas, deslizamientos, terremotos, erosión,...), el estudio de la respuesta en el crecimiento de árboles situados en las zonas de interacción del proceso (en el caso de las inundaciones los bancos de orilla y las llanuras de inundación), permite obtener un registro con precisión estacional de los eventos acaecidos en el pasado reciente; y, a la vez, conocer de forma cualitativa y cuantitativa la magnitud asociada a dichos eventos.

Sin embargo, las características ecológicas de la vegetación predominante en las zonas de estudio (vegetación de ribera o riparia), dificulta la obtención de series patrones construidas con secuencias de anillos obtenidas de árboles longevos y no afectados por procesos, que pueda ser enfrentada con las secuencias de árboles que presenten algún tipo de evidencia dendrogeomorfológica.

Por este motivo, y en el caso concreto de las inundaciones, cobran una mayor importancia los aspectos anatómicos para localizar la respuesta y poder datar eventos. En este sentido, los principales indicadores de avenidas torrenciales que han sido descritos para especies riparias en torrentes españoles han tenido que ver, fundamentalmente, con el cambio de la morfometría y dimensión de los vasos y células prosenquimatosas y parenquimatosas acompañantes de la madera temprana en el año siguiente del evento, la variación de la pared celular, la existencia de depósitos gomosos y creación de falsos anillos.

En lo que se refiere al estudio de la magnitud del evento, el análisis de una o la combinación de varias evidencia dendrogeomorfológica nos permite obtener información cualitativa y cuantitativa tanto del área afectada por la avenida (extensión), como de la profundidad del flujo, la carga sólida transportada, la energía de la corriente o la duración del evento. Un ejemplo de ello, es el estudio dendrogeomorfológico, con criterios anatómicos, de las señales de descortezados por el impacto de la carga sólida transportada durante un evento torrencial sobre Alisos y, la incorporación de la ubicación espacial de dichas señales, para calibrar modelos unidimensionales y bidimensionales adaptados para la modelización matemática de corrientes torrenciales con alta pendiente.

La aplicación práctica del estudio dendrogeomorfológico en corrientes torrenciales es la elaboración de cartografías de peligrosidad en zonas expuestas y especialmente vulnerables mejorando los datos aportados por métodos clásicos que usan series pluviométricas propias de zonas alejadas del área de estudio.

Dendrogeomorfología y erosión laminar de suelos

José María Bodoque del Pozo
Universidad de Castilla La Mancha (UCLM)

La erosión hídrica laminar se debe a la interacción entre los subprocesos de disgregación y transporte de las partículas del suelo. Su ámbito espacial de actuación se limita a las porciones de ladera próximas a las divisorias, en las que predomina el proceso de erosión por salpicadura, debido al impacto de las gotas de lluvia, y a la erosión por escorrentía laminar, que actúa hasta una longitud de ladera umbral en la que la fuerza cortante del agua supera la resistencia del suelo dando lugar a la formación de canales bien definidos.

En función de la información disponible, la erosión hídrica existente en un área dada se puede cuantificar mediante el uso de métodos directos o indirectos. Dentro de los métodos directos, el análisis dendrocronológico de raíces expuestas permite aproximar, tanto desde un punto de vista espacial como temporal las tasas de erosión existentes en el territorio así como sus variaciones.

Hasta la fecha, la mayoría de estudios dendrogeomorfológicos se han centrado en la caracterización del tronco; y sólo en menor medida se han utilizado raíces, especialmente para cuantificar procesos erosivos. El procedimiento empleado para la estimación de tasas de erosión a partir de raíces expuestas se basa en el hecho siguiente: las raíces, en condiciones de desarrollo normal, aumentan de tamaño como consecuencia de la formación de un anillo cada año, el cual se dispone de manera concéntrica con respecto al eje inicial de desarrollo. Sin embargo, cuando desaparece el suelo existente sobre ellas, éstas quedan expuestas. Si una vez expuestas, y debido a distintas causas, quedan desprovistas de la corteza que les sirve de protección frente a los agentes externos, el tejido vegetal de la parte superior muere. Entonces, el patrón de crecimiento anual de los anillos deja de ser concéntrico para pasar a ser excéntrico, ya que la raíz únicamente se desarrolla donde el tejido está vivo. La denudación existente en el entorno de la raíz expuesta, definida por la altura de suelo rebajado por la acción de la erosión, se determina midiendo la distancia existente entre la parte superior de la raíz y el suelo. El cociente entre la altura de suelo denudado y el intervalo temporal que ha permanecido la raíz expuesta, define una aproximación a la tasa de erosión en mm/año. Junto con este criterio macroscópico, el primer año de exposición y a partir de él el número de años que la raíz ha permanecido expuesta, también se puede determinar mediante el análisis de cambios anatómicos en la estructura anatómica de la raíz.

Esta técnica se ha aplicado con éxito en un camino bien conocido dentro de la Sierra de Guadarrama: la Senda Schmidt. Esta Senda tiene un uso recreativo casi exclusivo, generalmente asociado a senderismo. En relación con el muestreo, se cortaron 36 secciones de raíces expuestas de *Pinus sylvestris*, de las cuales se consideraron 18 para realizar el análisis anatómico. La parte principal del análisis consistió en el tratamiento estadístico de los datos derivados de las variables: 'tiempo de exposición' y 'altura de suelo denudado'. En paralelo, también se determinó el grado de correlación estadística existente entre una serie de factores ambientales (pendiente, orientación, situación en el camino,...) tenidas en cuenta en el estudio y la variable tasa de denudación media. Dicho análisis se complementó con un análisis ADEVA (Análisis de la Varianza), cuya finalidad era determinar cuáles de estos factores ambientales explicaban un porcentaje estadísticamente significativo de la varianza de la variable tasa de erosión.