

Caracterización de la señal anatómica en la madera de árboles afectados por avenidas torrenciales

J. A. Ballesteros (1), A. Díez-Herrero (1), J. M. Bodoque (2), M. Stoffel (3), M. Bollschweiler (3) y O. Hitz (3)

- (1) Departamento de Investigación y Prospección Geocientífica. Instituto Geológico y Minero de España (MEC). Correo electrónico: ja.ballesteros@igme.es
(2) Departamento de Ingeniería Geológica y Minera. Universidad de Castilla-La Mancha.
(3) Departamento de Geografía. Universidad de Friburgo (Suiza).

Abstract

Woody anatomy characterization in damaged trees by debris floods

The use of dendrogeomorphological techniques to characterize heavily sediment laden torrential floods requires the previous knowledge of the anatomical response in the growth rings of different riparian and climatic tree species. To this end, some tree species (*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus nigra*, *Salix atrocinerea*, *Quercus pyrenaica* and *Pinus pinaster*) were sampled close to the stream Arroyo Cabrera in the Sierra del Valle (Spanish Central System), where an extraordinary flash-flood took place in December 1997, causing damages on the local vegetation (dendrogeomorphological evidences). The results of this research will make possible to apply this knowledge to find past events in the tree-ring record in the same and in other basins.

Palabras clave: Dendrogeomorfología, avenidas torrenciales, alta carga de sedimentos, anillos de crecimiento, anatomía de la madera.

Key words: Dendrogeomorphology, heavily sediment laden torrential floods, tree rings, woody anatomy.

1. INTRODUCCIÓN

Con frecuencia, procesos activos como movimientos de ladera, aludes, caídas de rocas, erupciones volcánicas, erosión laminar de suelos y avenidas torrenciales, afectan a árboles y arbustos que crecen en sus áreas de actuación o influencia.

En el caso concreto de las avenidas torrenciales con alta carga de sedimentos, la aplicación de técnicas dendrogeomorfológicas para determinar patrones espacio-temporales de eventos pasados, se presenta como una herramienta muy útil, al permitir incorporar al análisis estadístico de caudales y frecuencias, datos recogidos *in situ* (Díez-Herrero et al., 2008). Sin embargo, el uso de esta técnica para datar eventos ocurridos en el pasado, requiere un conocimiento previo de las anomalías que se producen, tanto a nivel celular como a nivel tisular, en la madera de las distintas especies de árboles y arbustos afectados por estos procesos.

Este artículo describe el procedimiento de muestreo y análisis de determinadas especies arbóreas, con el fin de determinar

el patrón de comportamiento de crecimiento anómalo asociado a eventos torrenciales para su posterior utilización en la datación de eventos anteriores.

2. ZONA DE MUESTREO

La zona de muestreo se sitúa en las márgenes del arroyo Cabrera, corriente de naturaleza torrencial conocida como Venero Claro y localizada en la vertiente septentrional de la Sierra del Valle (Sierra de Gredos, Sistema Central español).

La elección del área de muestreo responde a su idoneidad inicial para aplicar técnicas dendrogeomorfológicas, determinada con técnicas SIG (Ballesteros et al., 2008), y al conocimiento previo de un evento torrencial extraordinario, que el 18 de diciembre de 1997 causó elevados daños en la vegetación local colindante (Bodoque et al., 2006).

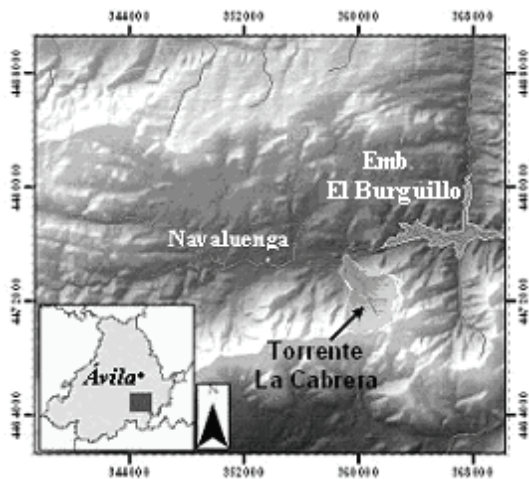


Fig. 1. Esquema de localización del torrente del arroyo Cabrera.

3. METODOLOGÍA

3.1 Muestreo

La campaña de muestreo se llevó a cabo durante el verano de 2007. Tras un reconocimiento previo de campo, se seleccionaron un total de 70 árboles (10 *Pinus pinaster*, en adelante *Pp*; 16 *Alnus glutinosa*, en adelante *Ag*; 15 *Fraxinus angustifolia*, en adelante *Fa*; 16 *Quercus pyrenaica*, en adelante *Qp*; 7 *Populus nigra*, en adelante *Pn*; 6 *Salix atrocinerea*, en adelante *Sa*), que mostraban descortezados causados por el impacto de la carga sólida arrastrada por la avenida de 1997.

Las muestras de madera se obtuvieron a partir de los descortezados en forma de cuña, de secciones transversales y en forma de testigos cilíndricos con sierra de mano y barrenas de Pressler. Igualmente se recogió, para cada individuo muestreado, un testigo cilíndrico de control en la base del fuste, con el objeto de conocer la edad del árbol. Complementariamente, se confeccionó en una ficha de campo, con un código unívoco, donde se anotaron datos representativos de cada individuo, como: la localización espacial, datos morfológicos y dasométricos, tipo de evidencia dendrogeomorfológica que presenta (Díez-Herrero et al. 2008), observaciones, etc.

3.2 Análisis macroscópico

3.2.a Lijado y pulido de cuñas y testigos cilíndricos

Previo al análisis, las muestras requieren ser preparadas para facilitar la observación y medición de los anillos de crecimiento, especialmente en el caso de determinadas especies vegetales asociadas a ecosistemas riparios. Los testigos cilíndricos se colocaron y encolaron en un soporte de madera prismático y, posteriormente, junto con las cuñas y secciones transversales, siguieron un proceso de lijado y pulido gradual, utilizando una lijadora de carpintería y una serie degradada de papel de lijado. Por último, todas las muestras fueron escaneadas a una resolución mínima de 500 ppp (Epson GT 120000) con el fin de conservar su imagen original antes de cortarlas para preparar láminas delgadas.

3.2.b Toma de datos de la anchura de los anillos de crecimiento

Las mediciones de la anchura de los anillos de crecimiento de todas las muestras preparadas se llevaron a cabo utilizando una lupa binocular con una fuente de luz fría, acoplada a una mesa de medición Lintab™ 5 y al software TsapWin Scientific 0.53 (Rinntech).

3.3 Análisis microscópico

3.3.a Preparación de láminas delgadas

A partir de las muestras de madera, se prepararon láminas delgadas de espesor entre 10-15 μm a distintas distancias conocidas del inicio del daño observado con la ayuda de un microtomo de deslizamiento (Reichert-Jung). Siguiendo el procedimiento descrito por Schweingrüber (1990), se utilizó, como tinte, una mezcla de Safranina y AstraBlue; y, tras lavar con alcohol (75% y 100%) y deshidratar con xilol, se procedió a montar sobre los portaobjetos fijándolo, posteriormente, con Bálsamo de Canadá. Una vez montadas, las muestras se secaron en un horno a 60° C durante 12 h.

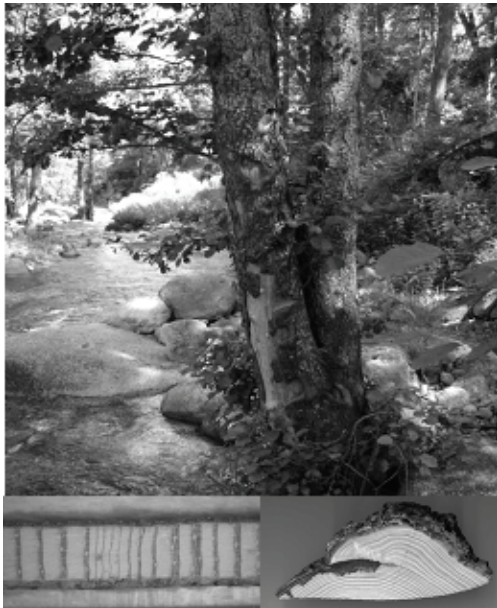


Fig. 2. (A) Descortezado en el fuste de un aliso (*Alnus glutinosa*) causado por la avenida torrencial de diciembre de 1997. (B) Detalle de los anillos de crecimiento en un testigo cilíndrico previamente lijado y pulido. (C) Ejemplo de muestra en forma de cuña, tomada de un descortezado.

3.3.b Análisis microscópico.

Con una cámara digital Leica DFC320, acoplada a un microscopio óptico Leica DM 2000, y utilizando aumentos 4x y 5x, se tomaron imágenes de todas las preparaciones. Tras montar las imágenes con programas específicos (Adobe Photoshop 6.0), se procedió a analizar una serie de parámetros cuantitativos y cualitativos, previamente elegidos a partir de una consulta bibliográfica (Bollschweiler et al., 2008; Rubiales et al., 2008; Hitz et al., 2007), utilizando el módulo WinCELL del software WinDendro (Régent Instrument Inc.) y el programa ImagePro Plus (The Proven Solution™).

Las mediciones cuantitativas consistieron en medir el tamaño de los vasos en *Fa*, *Qp*, *Sa* y *Pn*; tamaño y porcentaje de pared celular de las células de la madera temprana, en todas las especies menos en *Pn*; y en madera tardía, en *Fa* y *Qp*; y la anchura del anillo, en todas las especies.

Respecto a las variables cualitativas, se anotó la existencia de depósitos gomosos en todas las especies menos en *Pp*; existencia de falsos anillos en *Ag*; existencia de madera de reacción en *Sa* y *Fa*; existencia de parénquima traumático (tejido calloso)

en todas las especies; y abundancia de canales resiníferos en *Pp*.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares del análisis microscópico revelan cambios en el comportamiento de algunas de las variables en los años posteriores al evento de diciembre de 1997, debido a la situación de parada vegetativa característica de nuestras latitudes en esta época del año.

En el caso de *Pp*, se ha observado una variación característica en el lumen celular, debido fundamentalmente a la disminución de la longitud de las células (Fig. 3). Por el contrario, no se ha podido utilizar los canales resiníferos traumáticos (Bollschweiler et al., 2008), debido a la existencia de un gran número de canales de origen natural en todos los anillos.

Respecto a *Ag*, se ha observado un aumento del lumen celular de la madera tardía (Fig. 4); y en algunas muestras, el crecimiento de un falso anillo en el año siguiente al evento.

En relación a *Fa*, *Qp* y *Pn*, se ha observado un cambio en la tendencia del tamaño del lumen de los vasos. Mientras que en el fresno y en el chopo, se produce una reducción brusca de los vasos para luego aumentar; en el caso de los robles esta reducción es más leve, pero se produce un mayor aumento posterior (Fig. 5).

También se ha observado una disminución en el tamaño de las células y vasos en el caso de los *Sa*. Sin embargo, debido al número insuficiente de muestras y la joven edad de algunos ejemplares muestreados, dañados en las crecidas del 2004 y 2005, sería necesario analizar más muestras para incluir este parámetro como evidencia dendrogeomorfológica a nivel anatómico de avenidas torrenciales.

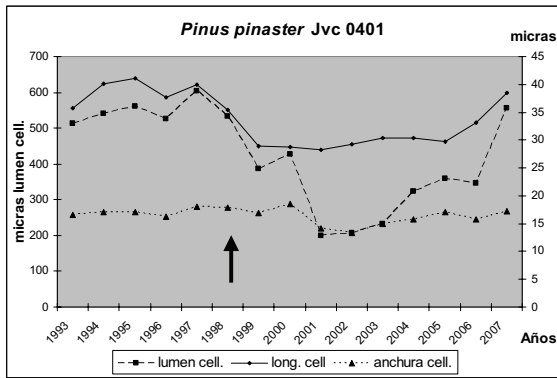


Fig. 3.

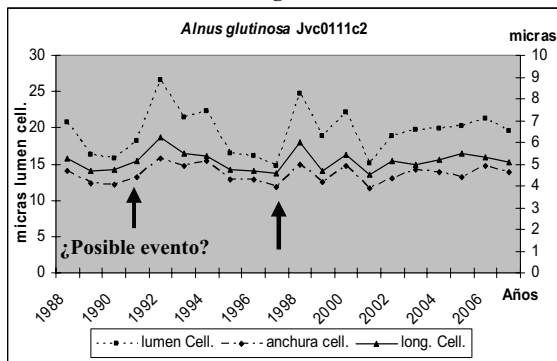


Fig. 4.

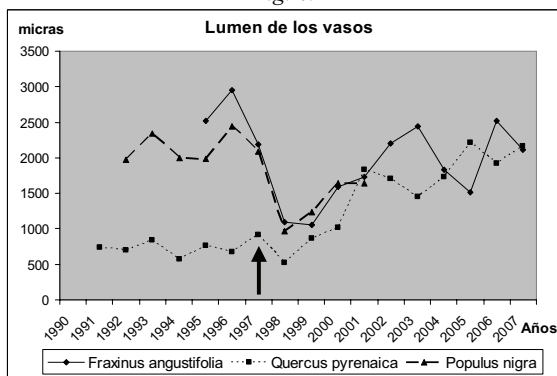


Fig. 5.

Gráficos de los parámetros correspondientes a las mediciones sobre las células de la madera temprana para la muestra de *Pinus pinaster* Jvc0401 (Fig. 3.), *Alnus glutinosa* Jvc0111c2 (Fig. 4.) donde se aprecia una señal idéntica en el año 1992 que podría atribuirse a otro posible evento previo y correspondientes al lumen de los vasos para muestras de *Fraxinus angustifolia*, *Quercus pyrenaica* y *Populus nigra* (Fig. 5.).

5. CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares del estudio anatómico en árboles dañados por avenidas torrenciales con alta carga de sedimentos, muestran importantes variaciones en parámetros microscópicos, utilizables para la detección y datación de eventos pasados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto del Plan Nacional

I+D+i Dendro-Avenidas (CGL2007-62063/HID), por el IGME y por la AEI. De igual manera, agradecemos la ayuda prestada por los componentes del laboratorio Dendrolab de la Universidad de Friburgo (Suiza).

REFERENCIAS

- Ballesteros, J., Díez-Herrero, A., Bodoque, J.M, García-Menéndez, E, Llorente, M, Laín, L. (2008). Metodología para la localización de cuencas torrenciales aptas para su estudio dendrogeomorfológico (En esta misma obra).
- Bollscheiler M., Stoffel M., Schneuwly D.M., Bourqui K., (2008). Traumatic resin ducts in *Larix decidua* stems impacted by debris flows. *Tree Physiology*, 28, 255–263.
- Bodoque, J.M; Díez, A., De Pedraza, J., Martín y Olivera, J.F. (2006). Estimación de la carga sólida en avenidas de derrubios mediante modelos geomecánicos, hidrológicos e hidráulicos combinados: Venero Claro (Ávila). En Pérez A. y López J. (Eds.), Geomorfología y territorio. *Universidad de Santiago de Compostela*. pp 483-495,
- Díez, A., Ballesteros, J., Bodoque, J.M., Eguibar, M.A., Fernández, J., Génova, M, Laín, L., Llorente, M., Rubiales, J.M. y Stoffel, M. (2008). Mejoras en la estimación de la frecuencia y magnitud de avenidas torrenciales mediante técnicas dendrogeomorfológicas. *Boletín Geológico y Minero*, 118 (4).
- Hitz, O., Gärtner, H., Heinrich, I. y Monbaron, M. (2007). Application of ash (*Fraxinus excelsior* L.) roots to determine erosion rates in mountain torrents. *Catena*, 72; 248-258.
- Rubiales, J.M., Bodoque, J.M., Ballesteros, J. y Díez-Herrero A. (2008). Response of *Pinus sylvestris* roots to sheet-erosion exposure: An anatomical approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 1-9.
- Schweingrüber, F.H. (1990). Mikroskopische Holz Anatomie. Birmensdorf, WSL, 226 pp.