

La historia que nos explican los árboles

Carolina Llorente



Dra. Emilia Gutiérrez



Dra. Laia Andreu



Dr. Jesús Julio Camarero



Elena Muntan



Dr. Enric Batllori



Octavi Planells



Isabel Dorado

El grupo: “Dendroecología y dinámica forestal”

La dendroecología es el estudio de los anillos de los árboles. La línea de investigación de “Dendroecología y dinámica forestal” se encuentra dentro del grupo de Geobotánica i cartografía de la vegetación, dirigido por el Dr. Josep Maria Ninot del Departamento de Fisiología Vegetal de la Universidad de Barcelona. La línea en cuestión está liderada por la Dra. Emilia Gutiérrez y la forman cuatro investigadores postdoctorales y tres investigadores predoctorales. Esta línea se dedica a la ecología forestal, específicamente a la biología de las poblaciones de árboles y a la respuesta de éstos a las variaciones climáticas y a las perturbaciones naturales.

Mediante una técnica denominada dendrocronología se consigue crear cronologías a partir del estudio de los anillos del crecimiento de los árboles, los cuales son un reflejo de las condiciones medioambientales y de las variaciones del ecosistema. Hoy por hoy han conseguido la reconstrucción climática de los últimos 825 años con diferentes especies de árboles. También estudian los procesos implicados en la dinámica del bosque en respuesta a la explotación humana o a perturbaciones naturales (como aludes o incendios).

Actualmente la línea tiene ocho proyectos en activo, tres de los cuales se cierran este año 2012. Los restantes se prevé acabarlos el año 2013 excepto uno que continuará hasta el 2014. El año pasado cerraron cuatro proyectos. Es un grupo investigador muy dinámico que mantiene

relaciones profesionales tanto nacionales como internacionales con diferentes entidades que trabajan en la dendroecología. Están preocupados por la divulgación de su trabajo y tienen su propia página web donde actualizan sus publicaciones: www.dendroecologia.org

Dendrocronología: Reconstruyendo la historia

Introducción:

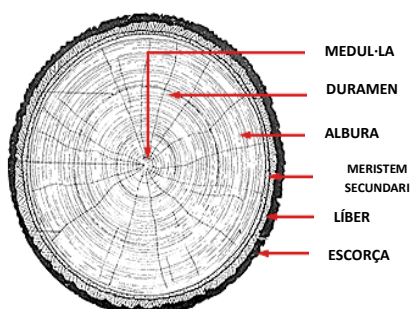
Desde tiempos ancestrales los árboles han tenido un peso importante en la cultura de muchas poblaciones. Desde los inicios de la historia el concepto de árbol como símbolo de la vida en la tierra se ha utilizado en muchos ámbitos diferentes, en la ciencia, la religión, la filosofía, la mitología... Incluso ahora nos sentimos atraídos por los árboles y parte del turismo se desplaza para ver grandes árboles centenarios como "Hyperion" el secuoya milenario de California.

Por tanto los árboles siempre han sido importantes ya sea como parte fundamental de nuestro paisaje como por su personalidad propia. Pero son algo más que simples estructuras; en los siguientes párrafos veremos como a partir de ellos se puede reconstruir la historia. Como los árboles son vegetales que pueden vivir durante muchos años son un importante registro viviente de los cambios climáticos que les han ido afectando a lo largo del tiempo.

Los troncos de los árboles hablan por sí solos pero, como siempre, hay que aprender su lenguaje para entenderlos. La **dendrocronología** es la rama de la ciencia que estudia a través de los troncos de los árboles estas variaciones a lo largo del tiempo. La propia palabra se define a sí misma: en griego *dendron* quiere decir árbol, *crono* significa tiempo y *logo* conocimiento.

¿Cómo crecen los árboles?

Los árboles del mismo modo que todos los organismos vivos experimentan un crecimiento durante su vida. EL crecimiento se debe a la formación y expansión de nuevas células que dan lugar a nuevos tejidos y órganos. En los árboles el crecimiento se lleva a cabo solo en unas



zonas concretas de su organismo denominadas **meristemos**. Los meristemos están formados por agrupaciones de células que tienen una elevada capacidad para dividirse y generar nuevas células que a su vez formarán nuevos tejidos. Hay dos tipos de meristemos: los primarios, que son los primeros en actuar y los responsables del crecimiento en altura, y los secundarios, que actúan después y regulan el crecimiento en grosor.

Al meristema secundario lo forman una fina capa de células que envuelven el árbol por debajo de la corteza. Su actividad produce capas de madera por debajo de la corteza. De modo que el árbol experimenta un crecimiento en grosor de fuera a dentro siendo la última parte formada la que se encuentra justo debajo de la corteza. Pero el crecimiento de los árboles no es

continuo: se detiene cuando las condiciones son desfavorables y se reinicia cuando las condiciones climáticas vuelven a ser favorables. Cada vez que se detiene el crecimiento queda una marca visible en la madera que forma los conocidos **anillos de crecimiento**. Cada anillo corresponderá a un ciclo de crecimiento del grosor del árbol.

Los ciclos de crecimiento de los árboles están altamente determinados por las condiciones ambientales a las que se ve sometido el árbol en cuestión. En regiones con climas con estaciones, como nuestro clima Mediterráneo, se forma un anillo por año porque cada año presenta condiciones favorables y condiciones desfavorables. La producción de nueva madera es rápida al principio de la primavera porque la temperatura es suficientemente elevada y hay disponibilidad de agua. A medida que avanza el verano la producción va disminuyendo a causa de la escasez de agua y se detiene totalmente en el otoño y en el invierno cuando las temperaturas son demasiado bajas. Las diferencias en la velocidad de formación quedan reflejadas en las características de la madera (mayor o menor grosor, diferente coloración de la madera según la época de crecimiento...) y es lo que nos permite la diferenciación de los anillos.

Pero dentro de una misma región con las mismas condiciones ambientales, no todos los árboles son iguales ni presentan anillos del mismo tipo. Las coníferas (pinos, abetos...), por ejemplo, presentan una madera temprana más clara formada por células mayores mientras que la madera tardía es más oscura y está formada por células menores. De manera que un anillo está formado por dos bandas diferentes, una clara y una oscura, y la siguiente banda clara que observamos ya formará parte de otro anillo. Pero a veces durante las grandes sequías del verano, el árbol se ve obligado a detener del todo su crecimiento; en este caso se pueden formar pequeñas bandas más oscuras en el interior del anillo lo que puede dificultar la interpretación.

Por otro lado los árboles planifolios (de hojas planas, como robles, castaños, hayas, chopos...) presentan una estructura de los anillos más compleja ya que están formados por más diversidad de células. En este caso los anillos se diferencian por el diámetro de los vasos conductores (los agujeros blancos que podemos observar en la figura 1) que forman la madera temprana y la tardía. En algunos casos también se forman unas células más pequeñas y oscuras al final de cada anillo que ayudan a interpretar sus límites.



Figura 1. Secciones transversales de diferentes especies de árboles donde se pueden observar las diferencias entre anillos.

En regiones en las que no hay una estacionalidad tan clara, el crecimiento de los árboles no se ve tan determinado por las variaciones climáticas anuales. Por ejemplo en las zonas tropicales no hay una oscilación térmica anual muy marcada y disponen de agua durante todo el año. Por tanto, las estaciones son más o menos iguales durante todo el año al disponer

permanentemente de condiciones favorables la mayoría de los árboles experimentan un crecimiento continuo y no forman anillos anuales.

¿Cómo se hace para medir los anillos?

Para medir los anillos de crecimiento de los árboles primero se tienen que extraer muestras de los troncos de árboles vivos. Contrariamente a lo que se pueda pensar, para observar los anillos no hace falta talar los árboles. Se hace extrayendo una pequeña parte con una barrena vacía denominada **barrena de Pressler**. A medida que la barrena va penetrando en el tronco del árbol una muestra de madera queda dentro de ella. Al cilindro extraído se le denomina **testigo** o *core* (su nombre en inglés) i se tiene que dejar secar durante unos días antes de procedes a analizarlo. La extracción de un testigo no tiene ningún efecto negativo sobre el árbol; para él supone una pequeña herida que no compromete su supervivencia. Una vez seco, el testigo se engancha con cola a un soporte de madera y se lima para dejar bien visibles los anillos de crecimiento. Se aconseja llevar a cabo la extracción de testigos durante la primavera o el otoño debido a que es la época en la que los troncos de los árboles están más cargados de agua y su madera es más blanda. De este modo es más fácil que la barrena atraviese la madera y que el testigo no se rompa.



Figura 2. Testigo de conífera. La línea amarilla marca el fin de la corteza y las líneas verdes marcan los diferentes anillos.



Figura 3. Barrina de Pressler

Una vez los testigos están preparados se observan a la lupa. Como la mayoría de árboles formadores de anillos forman uno al año, se data el anillo inmediatamente siguiente a la corteza del árbol con el año de extracción, con independencia de que esté o no totalmente formado. A partir de este anillo se podrán ir datando los siguientes retrocediendo en el tiempo. Es decir que si hacemos una extracción ahora, en la primavera del 2012, el anillo que encontramos justo debajo de la corteza aún no estará formado pero igualmente lo dataremos como perteneciente al año 2012. El siguiente anillo que encontremos sí que estará del todo formado y al encontrarse justo detrás del año 2012 lo dataremos como anillo perteneciente al año 2011, y así sucesivamente.

Este procedimiento, sencillo a simple vista, puede no serlo tanto. A veces los anillos no son del todo claros y no se distinguen bien los límites. Puede haber dos anillos cuando debería haber uno o pueden encontrarse años ausentes. Se comparan entre sí testigos de diferentes árboles de la misma especie para estar seguros que las dataciones individuales de las secuencias de anillos son correctas. A éste proceso se le denomina **interdatación** o **datación cruzada** y tiene como objetivo detectar y corregir la falta de sincronía entre las series de anillos. Si todos los árboles de una misma región presentan un patrón característico de anillos y uno de estos árboles tiene un patrón diferente, se supondrá que alguna alteración no ambiental le ha

afectado a él en concreto y no se tendrá en cuenta su testigo al analizar las condiciones climáticas globales de la región.

Las comparaciones entre anillos de diferentes árboles se pueden llevar a cabo porque hay años que han tenido unas condiciones climáticas muy características que han resultado en condiciones uniformizadoras que están presentes de forma visible en anillos concretos de todos los árboles. Por tanto, todos los árboles de la misma región presentan anillos correspondientes a estos años que son visiblemente diferentes al resto (por ejemplo anillos muy estrechos, anillos muy anchos, anillos con la madera tardía especialmente clara...). A estos años se los conoce como **años de referencia** y permiten las comparaciones entre diferentes árboles ya que se puede determinar con certeza el año correspondiente a estos anillos.

Nuestros años de referencia:

En nuestra región podemos reconocer los anillos del año 1871, que se caracteriza por una helada tardía que tuvo lugar durante la primavera y detuvo del todo el crecimiento de los árboles. Los de 1931 y 1963 son estrechos debido al frío. En cambio los anillos de los años 1984 y 1986 se caracterizan por ser muy estrechos a causa de una gran sequía primaveral que ralentizó su crecimiento. El del año 1972 se puede reconocer por presentar la madera tardía clara como consecuencia de una ola de frío polar que llegó a los Pirineos y detuvo el proceso metabólico responsable del oscurecimiento de las células de la madera tardía de los árboles.

Después de la datación de los anillos se tiene que determinar la amplitud exacta de cada uno de ellos, ya que es ésta amplitud la que nos puede dar información importante sobre las condiciones climáticas en las que tuvo lugar su crecimiento. La amplitud se mide mediante imágenes de los propios testigos, extraídas con un escáner. Las medidas se hacen directamente sobre éstas imágenes gracias a programas informáticos específicos (el más utilizado se llama COFECHA). Los cambios en el grosor de los anillos determinan el ritmo de crecimiento de los árboles; una mayor amplitud indica un mayor crecimiento y una menor amplitud un crecimiento inferior.

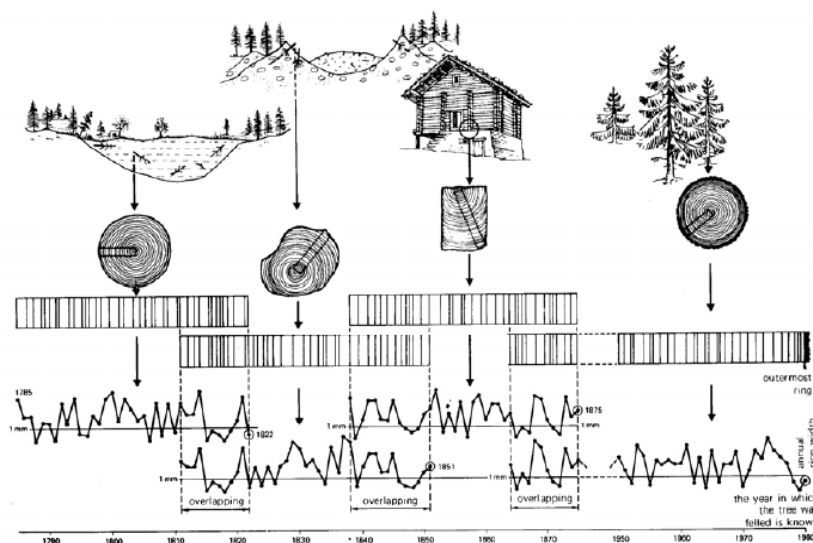


Figura 4. Se ilustra cómo se construye una cronología maestra a partir de testigos de árboles que se solapan parcialmente entre ellos.

Con todos estos datos que se extraen de diferentes árboles de la misma especie y de la misma región se puede construir lo que se conoce como **cronología maestra**. Se trata de una larga representación de la línea del tiempo construida a base de diferentes testigos que se solapan parcialmente entre ellos y en los que se pueden reconocer sin dificultad los años de referencia. La cronología maestra sirve pues como una referencia temporal y climatológica de una región determinada, cosa que la hace muy valiosa para posteriores estudios ecológicos y de otras ramas de la ciencia.

¿Cómo afectan los factores ambientales al crecimiento de los árboles?

Debemos partir de la base de que el clima es común para todos los árboles de una región determinada. La variabilidad del clima de esta región afectará pues a todos los árboles y quedará reflejada de forma similar en el anillo formado en un año determinado. Ésta similitud entre árboles de la misma región aún se ve más acentuada cuando las condiciones climáticas se vuelven especialmente desfavorables. En climas Mediterráneos, como el nuestro, el factor más limitante para el crecimiento es la disponibilidad de agua. En cambio en climas de regiones más frías el factor más determinante son las temperaturas extremadamente bajas.

A parte de ser un registro del paso del tiempo y de guardar información de las condiciones climáticas que había en épocas pasadas, los árboles son estructuras sensibles a otros factores ambientales. De modo que estos quedan marcados en el crecimiento de su tronco. Hay un conjunto de factores ambientales que causan una cierta inclinación en el tronco del árbol como es el caso de los aludes. Después de un alud los árboles quedan doblados por el peso de la nieve. Si son árboles jóvenes estos pueden redirigir su crecimiento y recuperar su posición vertical manteniendo unas bases curvas, y adquieren **forma de sable o de palo de hockey** que podemos observar en zonas de montaña.

Por lo contrario, los árboles viejos tienen una madera más dura y una menor plasticidad. De modo que son incapaces de redirigir su crecimiento y o bien no pueden resistir el peso de la nieve y se rompen, o alternativamente siguen manteniendo su crecimiento en una posición más horizontal. En estos casos hablamos de árboles en **forma reverente**.



Figura 5. Pinus uncinata (pino negro de montaña) en forma reverente.

Con tal de recuperar la verticalidad los árboles jóvenes crean otro tipo de madera que no corresponde al crecimiento anual en grosor, que se conoce bajo el nombre de **madera de reacción**. Se trata de una madera cuyo objetivo es asegurar el peso de un árbol en algún punto para compensar el plegamiento de su tronco. La construcción de la madera de reacción no es igual para todos los árboles. Los árboles como el pino experimentan un incremento del crecimiento de la madera en el lado más recostado del tronco; se la denomina **madera de compresión** y se puede distinguir claramente por tener una coloración más oscura que el

resto. Por otro lado los árboles como los robles o los castaños aumentan la producción de madera en el lado opuesto al plegamiento del tronco, en este caso se la denomina **madera de tensión** y se puede distinguir porque presenta una estructura diferente a la madera de crecimiento.

En la figura 6 podemos observar la madera de compresión que ha formado un pino negro de montaña para redirigir su crecimiento y recuperar la verticalidad. Si nos fijamos, vemos que en la zona de la izquierda (marcada con una línea amarilla) hay un grosor de madera más oscura que en la zona de la derecha (marcada también con una línea amarilla).



Figura 6. Madera de compresión de *Pinus uncinata* (pino negro de montaña)

No se tiene constancia de todos los aludes que han sucedido a lo largo de la historia. La dendrocronología en este aspecto es una fuente de datos útil para determinar a escala regional sucesos del pasado. De este modo se consigue observar la periodicidad de los aludes y anticiparse a posibles aludes futuros. La anticipación en estos casos es la clave para poder proteger a las poblaciones humanas que habitan en zonas de riesgo. Pero hay que tener presente que las mismas señales pueden ser debidas a diferentes perturbaciones. Por lo tanto hace falta descartar otras causas para poder llegar a la conclusión que realmente se trata de un alud.

También hay que tener en cuenta que el crecimiento de los árboles, además de estar afectados por las condiciones climáticas de su región, se ve determinado por la genética de la especie. Por ejemplo, el equipo investigador de la UB ha llevado a cabo diferentes estudios en los Pirineos Centrales donde conviven dos especies diferentes de pinos: *Pinus uncinata* (pino negro de montaña) y *Pinus sylvestris* (pino albar). A partir del análisis de sus testigos han demostrado que el crecimiento radial en grosor es mayor en las poblaciones de pino albar que en las de pino negro de montaña pese a que los encontramos en la misma región y bajo las mismas condiciones ambientales.

Además, el efecto de otros factores no ambientales puede ser registrado también por los anillos de crecimiento. Si por ejemplo el árbol sufre alguna herida causada por el fuego, por animales o por el hombre, este fenómeno queda grabado en forma de cicatriz marcando el anillo del año correspondiente. De modo que estas cicatrices nos estarían hablando del pasado de ese árbol en concreto.

¿Qué aplicaciones tiene la dendrocronología?

Una de las virtudes de la dendrocronología es que tiene aplicaciones en campos muy diferentes de la ciencia. Principalmente se utiliza en climatología para reconstruir el clima del pasado en períodos de los que no se tiene constancia meteorológica de ningún tipo. Estas reconstrucciones climáticas permiten analizar la evolución del clima del pasado. Y en **ecología**

se utilizan para estudiar procesos que tienen lugar a escalas de tiempo muy largas que no pueden ser medidas por un investigador. Por ejemplo, la dendrocronología permite datar el año de nacimiento y el de muerte de los árboles. Esto permite estudiar la dinámica de poblaciones, es decir los cambios que experimentan las poblaciones determinadas de árboles a lo largo del tiempo. Se pueden determinar las perturbaciones que han afectado al bosque y analizar los procesos de competencia entre diferentes especies de árboles del mismo bosque.

El equipo investigador de la Dra. Emilia Gutiérrez ha hecho diversos estudios en este ámbito. Un ejemplo es el estudio de la reforestación natural del Parque de Aigüestortes y el estanque de Sant Maurici que se llevaron a cabo desde el año 2007 hasta el 2010. El uso tradicional de estas zonas como pasto de animales y explotación de madera las ha mantenido, durante mucho tiempo, deforestadas. Sin embargo actualmente han disminuido estas prácticas y la dinámica del bosque consiste en una reforestación natural de estas zonas. Esto quiere decir que, por sí mismo, el bosque está volviendo a su posición original; por lo tanto a medida que pasa el tiempo la zona boscosa de estos lugares va aumentando. Pero los estudios desarrollados sugieren que esta reforestación natural es muy lenta y que esto puede estar relacionado con el aumento de la variabilidad del clima entre diferentes años como consecuencia del conocido cambio climático.

Los anillos de los árboles pueden registrar también el efecto de terremotos, de erupciones volcánicas, de deslizamientos del terreno, de aludes o del retroceso del terreno. Todos estos fenómenos son importantes en **geología** y gracias a la dendrocronología se puede determinar la frecuencia con la que se suceden a lo largo del tiempo, su intensidad y el área que se suele ver afectada. Esta importancia también radica en planes de evacuación de poblaciones que se encuentran en zonas de riesgo para estos fenómenos.

Pero la dendrocronología también tiene aplicaciones más sofisticadas en el ámbito de la **criminología**. Es una de las herramientas que se emplean para controlar la tala ilegal de árboles y el vertido de contaminantes. La tala ilegal de árboles es fácilmente controlable debido a que, como ya hemos comentado antes, quedará registrado en el tronco del árbol cuando ha sido talado y se podrá comprobar si se ha hecho en el momento adecuado o no. Por otro lado, el árbol capta los contaminantes disueltos en el agua y los incorpora en sus anillos de crecimiento. De este modo se puede datar y establecer el año o estación concreto del delito. Además, debido a que la datación de la madera es muy precisa, la dendrocronología ha permitido también demostrar falsificaciones de cuadros o de esculturas. La dendrocronología es totalmente objetiva y proporciona exactamente el año en el que la madera fue talada; por eso se acepta en juicios como prueba irrefutable. Por estos motivos también ha permitido hilar más fino a los historiadores del arte demostrando que una escultura de madera determinada pertenecía al aprendiz en lugar de a su maestro, como históricamente de había atribuido.

Partiendo de esta base la dendroecología permite la datación absoluta de construcciones y objetos **arqueológicos**. De manera que también es útil para establecer a qué época exacta pertenecen diferentes objetos o construcciones que se han encontrado en yacimientos arqueológicos. Pero para datarlos es necesario disponer antes de una cronología maestra que sirva de referencia local o regional con la que compararla. Por lo tanto, sólo se podrán datar los anillos de maderas antiguas siempre que haya una superposición temporal de las secuencias

con la cronología de referencia. Además esta práctica tiene una doble utilidad ya que la datación de construcciones antiguas sirve también para alargar hacia atrás la cronología de referencia.

Conclusiones:

La ciencia es una disciplina dinámica que se va ampliando y definiendo a medida que pasan los años y aumentan los estudios en diferentes aspectos. También, dentro de todas sus ramas existe una transversalidad que permite un enriquecimiento considerable de conocimientos en aplicar una misma técnica para ampliar lo que sabemos en diferentes campos. La dendrocronología es una de estas áreas que tiene una transversalidad importante. Los árboles son archivos de información climática y ambiental de gran calidad, no pierden resolución del pasado y tienen una elevada cantidad de réplicas (cada árbol de una región constituye una réplica), hecho que permite aumentar su fiabilidad. Además están distribuidos por gran parte de la Tierra, de modo que también registran la variabilidad climática en diferentes zonas.

Por otro lado, como todas las ciencias, también tiene sus limitaciones. Por ejemplo como ya hemos comentado anteriormente, sólo los árboles que presentan anillos anuales son útiles para la dendrocronología. Lo que quiere decir que muchas zonas, como por ejemplo los trópicos, nunca podrán tener su propia cronología maestra pero se están haciendo muchos avances con técnicas de datación más sofisticadas. Además se necesitan diferentes cronologías para cada especie, aunque a veces se emplea la misma para estudios con especies muy próximas evolutivamente.

A medida que vamos retrocediendo en el tiempo el número de testigos de los que disponemos es menor, los árboles milenarios son pocos y muchos no se encuentran en las condiciones ambientales requeridas. De modo que hay pocas réplicas y la cronología maestra de épocas muy pretéritas es más incierta.

Aun así se ha demostrado que la dendrocronología es una ciencia altamente importante para reconstruir la historia de épocas pasadas. Así, utilizando fustas antiguas de edificios y fósiles, en Europa central y en los Países escandinavos se han podido establecer cronologías de *Quercus robur* (roble) y de *Pinus sylvestris* (pino albar), respectivamente, de más de 10.000 años. Estas cronologías han permitido entre otras aplicaciones corregir las dataciones anteriores hechas mediante otras técnicas como la del carbono 14.

¿Se investiga más en este sentido?

Investigación a nivel nacional:

La Dra. Emilia Gutiérrez fue la primera investigadora en introducir la dendrocronología en Cataluña y España. De hecho, su tesis doctoral fue la primera en todo el estado Español sobre el tema. Desde entonces se ha encargado de llevar a cabo investigaciones dentro de este ámbito y gran parte de las publicaciones que se hacen hoy en día sobre la dendroecología llevan su nombre o son fruto de colaboraciones con su equipo.

Aun así actualmente hay diversos centros en España que se dedican a la dendrocronología y que han aportado series cronológicas importantes. Por ejemplo el CREAM (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) del que es director el Dr. Javier Retana, surtió al Inventario Ecológico y Forestal de Cataluña de 2000 testigos de madera de diferentes especies de árboles de los bosques catalanes.

El equipo de la UB actualmente está colaborando con el *Instituto Pirenaico de Ecología* que pertenece al CSIC de Zaragoza y está a cargo del Dr. Jesús Julio Camarero. Este proyecto conjunto busca encontrar a través de la dendroecología los efectos del cambio climático en el crecimiento y en el funcionamiento de los bosques de los Pirineos durante los cinco últimos siglos. La capacidad que tiene la dendrocronología de reconstruir el pasado permite hacer este tipo de estudios que se remontan tan atrás en el tiempo.

Investigación a nivel internacional:

El equipo investigador de la Dra. Emilia Gutiérrez colabora con el proyecto MILLENNIUM coordinado por el Dr. Danny McCarroll de la *Swansea University* del Reino Unido y por la Dra. Sheila Hicks de la *University of Oulu* de Finlandia. Éste es un proyecto multidisciplinario que intenta reconstruir el clima del último milenio en Europa para ver si realmente ha aumentado la variabilidad climática natural. En este proyecto participan más de 38 investigadores de más de 16 países europeos, todos de diferentes ámbitos de la ciencia (biología, física, química, geología e historia). Persiguen el objetivo de crear una base de datos del clima del pasado y así tener una idea consolidada de la variabilidad natural del clima y poder determinar los efectos del cambio climático a nivel global.

Para responder a la pregunta que plantea el proyecto MILLENNIUM se necesita una imagen cuidadosa del clima de Europa de los últimos mil años. Actualmente esta imagen no existe y los investigadores de este proyecto intentan reconstruir el clima pasado del Hemisferio Norte y de Europa, pero los resultados son difíciles de conseguir a tan largo plazo. La dificultad de su investigación recae en qué los registros históricos de los que se dispone pocas veces retroceden más de un siglo, de modo que los investigadores se ven forados a aproximar los registros del clima al pasado. Para aproximarse al clima del pasado recorren a los registros naturales como por ejemplo los anillos de crecimiento de los árboles. También se utilizan como archivos naturales testigos de hielo de glaciares permanentes. Estos testigos de hielo son

importantes porque preservan el agua congelada con exactamente las mismas características que presentaba cuando se congeló. De manera que análisis exhaustivos de esta agua pueden dar información importante sobre su composición y del clima que había en el momento de congelarse. Ninguna de estas fuentes puede dar una visión irrefutable del clima del pasado pero son los datos más fiables que se pueden conseguir una vez ya ha pasado tanto tiempo.



Figura 7. Fotografía de los participantes del proyecto MILLENNIUM

La dendrocronología es una ciencia que está cogiendo fuerza durante los últimos años. En Junio del año 2012 tuvo lugar durante seis días la octava conferencia mundial sobre la dendrocronología en Rovaniemi, Finlandia. En esta conferencia participaron 400 investigadores de equipos investigadores de más de 40 países de alrededor del mundo y todos se centraban en hablar de la aplicación de los anillos de crecimiento de los árboles como sensores medioambientales. El cambio climático está considerado uno de los desafíos ambientales, sociales y económicos más importante de los últimos años. Científicos de todo el mundo están investigando al respecto y tratan de llegar a conclusiones que les permitan predecir cómo será el futuro ambiental y climático. La dendrocronología es altamente útil en investigaciones de este tipo pues con ella se pueden construir líneas del tiempo que se extienden durante muchos años. El principal objetivo de esta conferencia era reunir investigadores que trabajasen en la reconstrucción y la modelización del pasado, presente y futuro del crecimiento e los árboles y analizasen la variación del patrón de los anillos de crecimiento ya sea esta causa natural o humana. De este modo se conseguía establecer nuevos contactos, ampliar el conocimiento de investigaciones paralelas o similares, impulsar nuevas colaboraciones o estimular intercambios de conocimientos entre investigadores de todo el mundo.

La ciencia es una tarea colaborativa que está en constante movimiento. Siempre se está ampliando por uno u otro lado ya que se está investigando el mismo aspecto desde diferentes ámbitos. Se tiene que tener presente que la investigación nunca es un trabajo en solitario y es importante pues abrir las puertas a la interdisciplinaridad ya que una mirada desde diferentes ángulos a un mismo problema puede ayudar a una aportación conjunta de una solución real.

Entrevista a la Doctora Emilia Gutiérrez



Carolina Llorente: ¿Cuándo empezaste con esta línea de investigación?

Emilia Gutiérrez: La empecé en el año 1981 cuando me interesé por los árboles y en particular en la información que contenían los anillos de crecimiento. Entonces, acabada la tesina, le propuse la dendrocronología al Dr. Ramón Margalef como tema de investigación para mi tesis. Y recuerdo que en seguida él se entusiasmó y me llevó a la biblioteca del departamento, allí me dio dos libros para que me los leyera y me fuera formando en el tema. Además me hizo una suscripción a la revista *Tree Ring Research*. Todavía hoy, yo continuo pagando la suscripción.

CL: ¿Por qué decidiste dedicarte a ésta línea de investigación?

EG: Pues un poco como ya te he dicho antes. Porque me interesó mucho el tema de extraer la información que contienen los anillos de los árboles y utilizar esta información para diferentes aplicaciones y estudios de Ecología.

Yo empecé a hacer dendrocronología porque para mí es una de las maneras más interesantes de hacer ecología. Porque los anillos de los árboles son un registro del paso del tiempo, es decir son una memoria del tiempo que va pasando. Tú por ejemplo, ¿cómo sabes los años que has vivido? Porque los recuerdas y tienes memoria si no la tuvieras el tiempo no habría pasado para ti. Pues los árboles y todas las especies leñosas, en general, registran el paso del tiempo y además guardan una información muy valiosa de todo lo que han vivido. La información ambiental (el clima, el tipo del suelo, la composición de la atmósfera, las interacciones con otras especies...) queda gravada en las estructuras de crecimiento anuales, los anillos. Es decir, la información queda registrada en cada anillo debido al tipo y tamaño de células formadas, y a

los elementos utilizados para formarlas. Por lo tanto, cada anillo tiene unas características físicas (grosor y densidad anual de la madera) y químicas (contenido en isótopos, metales pesados...) específicas del año de su formación.

Como sabes, la ecología es una ciencia que estudia, entre otras cosas, la relación de los organismos con el medio ambiente (biótico y abiótico) y nosotros recuperamos esa información que convenientemente analizada nos sirve para determinar qué factores limitan el crecimiento y desarrollo de las especies, cuáles son los efectos del clima, qué factores determinan su área de distribución, etc. Por otro lado y puesto que podemos saber el año de nacimiento y de muerte de cada individuo también analizamos la estructura demográfica de las poblaciones (de edades y tamaños) y los cambios en dicha estructura debida a la mortalidad y al establecimiento de nuevos individuos. Estos cambios a lo largo del tiempo es lo que se conoce como dinámica de poblaciones. También utilizamos los anillos para determinar cómo se comporta el límite altitudinal del bosque (Pirineos) frente al cambio global, para determinar la frecuencia y la intensidad de las perturbaciones como son los incendios forestales, las talas, los efectos del viento, las avalanchas de nieve, y los cambios y la formación de patrones de procesos ecológicos complejos con son la sucesión y movimientos de los ecotonos.

Como ves, la dendrocronología es una disciplina muy útil para estudiar muchos procesos ecológicos, en particular, aquellos que como la sucesión ocurren a escalas de tiempo muy largas, de centenares de años, que superan la vida del investigador y de las instituciones.

CL: ¿Consideras que la financiación que recibes es suficiente para llevar a cabo tu investigación?

EG: Bueno, esto de la financiación es un tema peliagudo y más ahora en los tiempos que corren. Pero yo he tenido muchos proyectos y todavía sigo teniendo proyectos de investigación. No sé si siempre he tenido suerte o qué pero he tenido dinero para hacer investigación. Uno siempre se queja de que no tiene suficiente dinero, pero yo he participado y he sido responsable en España de 3 proyectos europeos y de muchos proyectos nacionales, del ministerio. Pero bueno, para obtener financiación tienes que demostrar que tienes unos resultados ¿no? Y los resultados que tienes son las publicaciones, nosotros tenemos bastantes publicaciones así que yo no he tenido problemas graves para obtener financiación.

A veces lo que sí que falta es la infraestructura. En el segundo proyecto europeo (año 2003) que estaba basado en series dendrocronológicas de isótopos estables (^{13}C y ^{18}O) y densidad de la madera de los anillos tuvimos que hacer los análisis en laboratorios europeos (Alemania y Suiza). Los avances tecnológicos facilitan mucho los análisis y por supuesto los que hacemos en dendrocronología, pero creo que tampoco es cuestión de pedir ahora 5 millones sólo para un estudio ¿no? Tiene que ser la propia universidad que viendo que hay necesidad de varios investigadores decida ampliar la infraestructura. Porque esto se retroalimenta.

Más que la cuestión de la financiación lo que me preocupa es la continuidad. Si ahora no salen nuevas plazas, y ya sabes cómo está el tema económico, tendremos que olvidarnos de una continuidad aquí, en el Dept. Ecología. Pues tendremos que dejarla por ejemplo...para el CSIC donde está trabajando ahora un antiguo alumno mío, J Julio Camarero, con un gran éxito en sus investigaciones. De hecho hacemos proyectos conjuntos y mantenemos una colaboración muy estrecha. Esto como profesora es un orgullo.

CL: ¿Es compatible tu trabajo con tu familia?

EG: Sí. Uno se dedica a esto sobre todo por vocación y hay que saber manejar los tiempos. Es cierto que no tienes horarios, que los proyectos se alargan, que trabajas en vacaciones, en fines de semana... pero yo me lo paso tan bien haciendo investigación que no me supone un problema. No sé, a lo mejor es un poco en contra de lo que has oído por ahí pero a mí no me produce ningún estrago. Así que sí, en mi caso es compatible.

CL: ¿Qué importancia tiene el trabajo en grupo en tu línea?

EG: Bueno, en mi línea y creo que en todas es fundamental. El trabajo en grupo facilita todo. En nuestro caso en particular si no trabajas en grupo creo que es imposible, porque para ir al campo a recoger las muestras no puedes ir solo; bueno, puedes ir solo (no necesitas un barco, por ej.) pero no es recomendable porque es muy duro, cansado y muchas veces peligroso, no se deben correr riesgos. También las discusiones en grupo son fundamentales, siempre generan nuevas ideas, otras perspectivas, en breve: son muy estimulantes. De modo que es fundamental el trabajo en grupo, en el campo, en el laboratorio y en la discusión de los resultados. En mi caso, de no haber trabajado en grupo no habríamos avanzado tanto en el estudio de tantos temas.

CL: ¿Cuáles crees que son los requisitos necesarios para un buen trabajo en equipo?

EG: Pues los mismos que los requisitos para tener una buena convivencia; tener empatía con los demás, saber compartir, saber dejarse aconsejar, tener la mente abierta a otras opiniones y a otras maneras de hacer. Hay que saber aceptar críticas para aprender y porque todo es mejorable.

CL: ¿Piensas que es importante que el grupo de investigación esté abierto a colaboraciones internacionales?

EG: No solo es importante, es fundamental. En nuestro caso que nos dedicamos a temas como el clima... pues el clima no tiene fronteras ¿no? Y también es importante por el enriquecimiento que te aporta el ver como se trabaja en otros países. Durante mi formación, disfruté de varias estancias de formación en el Laboratory of Tree-Ring Research (fundado a principios del sXX. en la Universidad de Arizona, Tucson). Posteriormente estuve con un grupo francés en el Laboratorio de Paleoecología (de la Universidad de Marsella, Fr).

También he estado haciendo investigación en otros países, Argelia, en Estados Unidos, Sudamérica... y claro, es muy diferente todo.

Es fundamental tener otras visiones. Además para llevar a cabo según qué tipos de análisis (como he dicho antes) o de investigaciones necesitas tener estos apoyos internacionales. No solo porque nosotros trabajamos en temas de gran escala como la variabilidad climática y el efecto que tiene sobre los árboles, sino porque no puedes pretender que una sola línea de investigación como la nuestra, minoritaria aunque sea importante, tener un laboratorio para ti solo con todo lo que ello significa. Hay otros centros en otras partes de España y del extranjero que tienen otra infraestructura que no tenemos aquí y que yo aquí tampoco quiero montar porque ya está montada en otro sitio y allí hay especialistas pueden procesar mis muestras. Además, esto conlleva a que publiquemos investigaciones de forma conjunta y es muy enriquecedor.

También puedo decirte que ahora también estoy recibiendo gente de fuera, es decir de la misma manera que yo antes he ido a USA o Alemania a aprender de otros investigadores, también estamos recibiendo gente de fuera (de Canadá, USA, Argelia o países de Sudamérica). Con ello quiero apuntar que tenemos un reconocimiento internacional.

CL: ¿En qué grado estáis en contacto con otros investigadores?

EG: Nosotros tenemos muchas colaboraciones con otros investigadores de España y de fuera. La mayoría de otros países porque hasta hace muy poco en España y en Cataluña la dendrocronología no estaba establecida como disciplina. Algunos de los grupos que se dedican a esta disciplina en la actualidad han sido formados por ex estudiantes míos.

En el 2003 empezamos con el primer proyecto europeo que trataba del análisis de los isótopos estables y aquí no había la infraestructura necesaria, así que lo hicimos todo fuera del país. Y tres estudiantes míos de doctorado estuvieron en Alemania y en Suiza haciendo toda esta parte más complicada de análisis de isótopos estables. Ahora ya tenemos aquí en los servicios científico-técnicos de la UB casi toda la infraestructura para ello.

También para estudiar la densidad de los anillos se necesita una infraestructura tremenda, y cara ¿Cómo voy a pedir yo montar eso aquí? Pero es que tampoco quiero montarlo porque si no hay técnicos tendría que dedicarme sólo a eso. Así que lo que hacemos es mandar las muestras a Suecia o a Alemania (y antes a Francia) donde tienen centros especializados. De hecho ahora los Suecos han inventado un aparato que es alucinante, solo hace falta limpiar la resina a las muestras de pino y las irradian con diferentes longitudes de onda y con lo que la madera refleja puedes medir la densidad, metales pesados... Pero todo eso lo ha montado una empresa privada, que tiene ahí todos sus aparatos y sus laboratorios y trabaja en colaboración con las universidades que se lo piden. De momento a nosotros nos es más fácil pagar y que analicen allí las muestras y a veces también hacemos publicaciones conjuntas con investigadores que son especialistas en algún tema con lo cual el resultado es mejor y el mensaje más claro. La mayor parte de nuestra colaboración es así.

CL: ¿Cuáles son los criterios que usas para escoger un nuevo miembro del grupo?

EG: Bueno, no tengo tampoco un criterio muy establecido. Yo me fío bastante de las personas. Lo que quiero es que sean trabajadores, que tengan interés, que sean personas dispuestas, agradables, generosas... yo ofrezco lo mismo.

CL: ¿Para un investigador, crees que es importante haber tenido experiencia en el extranjero?

EG: Tanto como estudiante como a nivel profesional creo que es fundamental. Sobre todo por el tema de que hay que abrirse a otros mundos y conocer que es lo que están haciendo y como lo hacen en otros lugares.

Ahora yo tengo unos antiguos estudiantes que al acabar su tesis conmigo se han ido fuera a hacer un post-doc. Están en las universidades de Alemania, de Inglaterra, en Nueva York... Todos por ahí. Ahora es muy normal esto al acabar la tesis y continuar con una post-doc. Es importante que conozcan a otra gente que les aporte nuevas ideas y nuevas posibilidades de investigación, establecen sus contactos así y luego tienen más posibilidades de participar en diferentes proyectos.

CL: ¿Crees que en la investigación es necesaria una estructura piramidal?

EG: Mira, yo siempre he sido más de una estructura transversal. Pero es inevitable que haya un "jefe" porque si no las cosas no funcionan. Si la investigación se hace es porque hay un grupo de profesores que se están moviendo con sus ideas y experiencia para solicitar y conseguir proyectos de investigación. Esto no lo pueden hacer los estudiantes. Entonces tiene que haber una persona responsable, el "jefe" del proyecto que tenga la responsabilidad de poner en marcha las ideas de investigación. Y los estudiantes por supuesto que también han de tener su responsabilidad siendo imaginativos, desarrollando su investigación, ir a muestrear y colaborar en todo. Es más, su proyecto de tesis es el primer proyecto del que tienen que ser responsables aunque nosotros como directores / tutores tengamos que facilitárselo. Aquí, de nuevo, interviene el grupo dentro del cual se discuten las ideas, los resultados, etc. De modo que tiene que haber un "jefe" porque hay funciones que los estudiantes no pueden hacer y a la vez tiene que existir una transversalidad de tareas.

CL: ¿En tu opinión, crees que son compatibles la investigación y la docencia?

EG: Bueno, creo que son dos cosas que tienen que ir a la par. Yo estoy encantada de estar aquí en la universidad y a mí me pagan por hacer dos cosas por impartir conocimiento y por generarlo. En parte explico cosas que yo he investigado antes. Pero sólo en parte porque es imposible dar una visión global con solo tu investigación porque lo que tú haces es contribuir con una pequeña parte. Solo generas conocimiento en un ámbito, pero una visión global como la que se da en Ecología de poblaciones que es una asignatura de Biología que estoy dando

ahora, no la puedes dar solo estudiando árboles porque hay muchos más aspectos y tipos de organismos. Entonces yo genero conocimiento en un campo y una visión global la doy considerando otras investigaciones de otros autores. Lo que sí que ocurre es que si tú investigas sabes de primera mano lo que es generar parte del conocimiento que luego tú impartes en clase.

CL: ¿Qué aplicación crees que puede tener tu investigación en la sociedad?

EG: Pues tiene muchas aplicaciones. La dendrocronología es una de las disciplinas que gran parte del conocimiento que genera puede ser aplicado. Nosotros generamos conocimiento en ámbitos de interés social (la variabilidad del clima y su efecto sobre los árboles y los bosques, frecuencia de incendios,...) pero es la sociedad la que decide hacer con él. También reconstruimos el clima hacia atrás en el tiempo, hacia miles de años atrás. Por lo tanto podemos “ver” y analizar la evolución del clima, su variabilidad y sus cambios de tendencia. Esta es una información supervaliosa para situar lo que está pasando en el clima actual. Podemos comparar el calentamiento actual con los cambios de temperatura que ha habido en el pasado reciente, en unos mil o diez mil años, y situar los extremos ocurridos y la velocidad (tasas) de cambio.

Por ejemplo, durante el óptimo climático medieval (hace unos 1000 años) las temperaturas muy elevadas. Hay documentación que dice que había viñedos en Gran Bretaña. Uno de nuestros objetivos en el último proyecto europeo en el que hemos participado llamado MILLENNIUM era evaluar si la magnitud y la tasa a la que están aumentando las temperaturas está superando o ha superado lo que pasó hace mil años durante el óptimo climático medieval. Todo apunta a que los cambios recientes del clima son excepcionales.

Otra aplicación es el análisis de la variabilidad climática que queda reflejada también en el crecimiento de los árboles. Esto nos permite ver si la variabilidad reciente del clima, sobre todo desde los años 50 del siglo XX, supera a la variabilidad climática de los últimos mil o quinientos años.

Es importante caracterizar la variabilidad de un sistema ya que cuando un sistema comienza a oscilar exageradamente puede colapsar. Por ejemplo si los árboles crecen mucho un año, al año siguiente crecen poco y tienes una alternancia de años climáticamente muy buenos para el crecimiento y otros muy malos, el sistema pierde su estabilidad y oscila de tal manera que puede colapsarse, en el caso de los árboles se produce un aumento de la mortalidad. Para que se me entienda te voy a poner algunos ejemplos más del día a día. ¿Sabes la gente que tiene problemas con las concentraciones de azúcar en sangre? Si dicha concentración empieza a oscilar exageradamente, la persona puede tener problemas graves. Lo mismo pasa con la bolsa cuando sube y baja sin control también puede llegar a colapsarse. También pasa con las poblaciones de organismos que un año tienen un crecimiento muy alto y luego muy bajo. En todos los ejemplos que he mencionado se produce una gran divergencia (valores altos y bajos) y el sistema pierde la estabilidad.

El caso es que esta variabilidad climática queda reflejada en los anillos de crecimiento y a partir de ahí nosotros la podemos estudiar. Además con los anillos tenemos la posibilidad de estudiar periodos muy largos de tiempo, mucho más largos que el periodo cubierto por los registros climáticos de precipitación y temperaturas que sólo cubre como mucho los últimos 150 años en algunas capitales.

Otras aplicaciones son es el estudio de sequías, riadas, incendios, de aludes de nieve... Con la dendrocronología podemos determinar, en unos casos mejor que en otros, su magnitud (intensidad) y su frecuencia, es decir la recurrencia de estas catástrofes naturales. Todos los resultados generados para el clima, perturbaciones... nos permiten saber más acerca de la situación actual y poder hacer mejores predicciones de futuro. Esto es posible porque los datos (del clima reconstruido, p. ej.) sirven como datos de entrada de los modelos que se utilizan para predecir el clima. En resumen, como ves las aplicaciones de la dendrocronología son inmediatas y muy diversas.

CL: ¿Piensas que la sociedad sabe lo que hacéis? ¿Crees que lo debería saber?

EG: Bueno, pues no lo sé si lo sabe del todo. De vez en cuando salen noticias al respecto en los periódicos y nosotros hacemos algunas reseñas de noticias o publicamos artículos en revistas de divulgación. De todas maneras, aunque no se conozca bien lo que hacemos ya sirve para mejorar las predicciones del clima y eso ya está bien. Nuestro trabajo se publica sobretodo en revistas científicas, en inglés. Tenemos una página web con lo que hacemos y las publicaciones que vamos sacando aunque no está del todo actualizada. Su dirección es www.dendroecologia.org

CL: ¿I de la ciencia en general, dirías que es cultura?

EG: Claro que forma parte de la cultura. ¿Pero qué es la cultura para cada uno? No sé, a veces da la impresión de que si la ciencia estuviese más presente en, por ejemplo, la televisión la gente se aburriría. Porque los programas de divulgación de la ciencia hay que hacerlos con gracia. Por ejemplo yo ahora pienso en el programa del Eduard Punset. Pero los programas que más se miran y realmente sigue la gente es bastante telebasura.

CL: ¿Ha valido la pena el esfuerzo que has tenido que hacer para llegar donde estas ahora?

EG: Me siento feliz. He llegado donde quería y he hecho lo que quería en el sentido de hacer un trabajo creativo. Tengo que dar las gracias a muchas personas pero que nadie se engañe: hay que trabajar mucho. Mi dedicación a la ciencia, a la ecología, es vocacional. Me siento satisfecha. No solamente eso, sino que yo me lo paso bien preparándome las clases, dando las clases, escribiendo artículos y proyectos, yendo a muestrear, recibiendo a mis estudiantes... Me siento realmente feliz. Esto no significa que no lo pase mal en algunos momentos. Cuando ves que a lo mejor tienes que hacer cuatro cosas a la vez y no llegas, que a lo mejor te gustaría

Biol. on-line: Vol. 1, Núm. 2 (Junio de 2012)

ISSN: 2339-5745 online

haber leído un artículo más para dar mejor una clase y dar más información. Investigar es una gran aventura y a mí siempre me ha apasionado.

Muchas gracias, Carolina, por la entrevista, es una oportunidad que me has dado para contar algunas cosas.

Entrevista a Elena Muntan

Carolina Llorente: ¿Cómo es que decidiste dedicarte a la investigación y no a otra cosa?

Elena Muntan: Me parece que vino bastante dado. En el sentido que en casa se habían dedicado a ello y a mí me gustaba mucho y cuando acabé la carrera, bien... inmediatamente no me puse, pero Emilia me ofreció venir a su grupo y así es como yo empecé la investigación aquí en la UB.



CL: ¿Por qué escogiste ésta línea de investigación?

EM: Bien, de hecho mi formación es ciencias biológicas y botánica. A mí me hubiese gustado dedicarme a la entomología, pero como me ofrecieron la posibilidad de entrar en dendrocronología pues es la manera como empecé a investigar. Después ya me gustó tanto que me seguí en esta línea. Empecé sin idea o sin intención de hacer un doctorado, pero con el tiempo te das cuenta que es un requisito necesario para seguir en este mundo. No solo para pedir proyectos, o becas o lo que sea. Sino que dentro, entre tus propios iguales o compañeros, hay un estatus entre los que tienen doctorado y los que no. Así que al final, estoy haciendo mi tesis para sacarme el doctorado.

CL: ¿Qué opinas de tu formación en la UB?

EM: Ésta pregunta es un problema... Es que yo he hecho la carrera en la autónoma. Lo que he hecho aquí en la UB es el DEA; puedes escoger hacer un master o un DEA cuando acabas la carrera. De hecho no sé si el DEA aún existe, me parece que no. El DEA que yo hice es el del departamento de Ecología, Ecología Fundamental y Aplicada. Era el trámite para hacer el doctorado, tenía que pasar por aquí sí o sí. Algunas asignaturas fueron interesantes y otras menos, pero como necesitas hacer unas asignaturas determinadas pues las haces. En general, en el DEA no hay solapamiento con las asignaturas que había cursado durante la carrera, son conceptos nuevos.

CL: ¿Has cursado algún tipo de estudios en el extranjero?

EM: No, estudios no he cursado en el extranjero, pero he hecho una estancia por mi cuenta. Para obtener la mención europea del doctorado hace falta hacer una estancia en una universidad europea no española y esta ha sido la razón principal para ir. He estado cinco meses en Suecia dónde he hecho parte de mi investigación. Mi estudio va sobre los aludes de nieve a través de los anillos de los árboles, lo que he hecho allí ha sido analizar muestras de mi investigación. Pero las muestras eran de aquí, de los Pirineos, dónde yo centro mi estudio sobre los aludes. Allí tienen mejor infraestructura para analizar según qué cosas. Y, sobre todo, lo que quería era tener un intercambio con otros investigadores de mi rama.

CL: ¿Te parece que es importante para un científico saber idiomas?

EM: Absolutamente sí. El inglés es ya una cosa obligada, pero digamos que ahora, al menos en mi rama, también sería interesante saber alemán. Por otro lado, el francés no lo encuentro tan necesario. Más que nada, cuando yo estudiaba sí que te hacían aprenderlo, pero yo no lo he aplicado nunca, aunque algunos de los investigadores con los que tenemos intercambio son franceses. Al final, el idioma vehicular es el inglés. En cambio, hay muchos artículos que me interesan escritos en alemán y me gustaría poder leerlos en la lengua de origen.

CL: ¿Piensas que es importante que el grupo de investigación esté abierto a las relaciones internacionales?

EM: Es bueno porque si no nos volvemos muy endogámicos. Tampoco no es bueno que nos relacionemos dentro de una única universidad, al final sería como una espiral que se va reduciendo. Es recomendable salir al extranjero, también; si no te mueves no sabes realmente qué es lo que está pasando en el mundo y esto es importante. Además, cuando sales fuera ves dónde estás, o dónde está tu país en relación a los demás. Por lo tanto, sí, es una buena cosa que el grupo de investigación esté abierto a las relaciones internacionales.

CL: ¿Crees que en la investigación es necesaria una estructura piramidal?

EM: ¿Una estructura piramidal? Sí, es importante. Creo que es importante que haya una persona que centralice la investigación. Bien, para mí una estructura piramidal es en la que el jefe es quien fomenta las relaciones con otros investigadores, de aquí o de otro país. Si tu jefe no es así, búscalos, si no hay pocas opciones de avanzar. Pero claro, también los que están por debajo tienen que tener sus relaciones y su movilidad fuera del grupo. Una estructura piramidal para mí no quiere decir estar sometido del todo, sino que el jefe sea el integrador, pero que los demás tenemos que tener todo el intercambio de información o aquello que sea necesario para hacer nuestra investigación.

CL: ¿Cuáles crees que son los requisitos necesarios para un buen trabajo en equipo?

EM: El carácter de las personas y el respeto a los demás es fundamental. También tiene que haber una ecuanimidad entre las personas que están trabajando, todos tienen que creer y tienen que sentir que la situación en la que trabajan es justa. Entonces se generan discusiones, pequeñas o grandes, que hacen avanzar la investigación. A veces, es tan banal como comentar tus dudas a la hora del café con un compañero. O tan fructífero como tener una reunión para discutir las ideas sobre un proyecto. La libertad de discutir se pierde cuando aparecen las suspicacias. Cuando hay diferencias o injusticias entre la gente del grupo, entonces es cuando es difícil trabajar en equipo.

CL: ¿Qué aplicación crees que puede tener tu investigación en la sociedad?

EM: Mi investigación es el estudio de los aludes utilizando los anillos de crecimiento de los árboles. Esto quiere decir que analizando los anillos se puede determinar qué año ha bajado un alud y si se encuentran señales de unos cuantos aludes, se puede decir cuál es su periodicidad. Además, si se toman muestras de un número de árboles suficiente, bien repartidos por un canal de aludes, se puede llegar a decir cuál ha sido el alcance de los aludes mayores. Con estos datos y otros provenientes de registros históricos o encuestas u observaciones, se puede cuantificar el peligro de aludes en un lugar determinado.

Todo este conocimiento es fundamental para la prevención del riesgo. Hay una cosa que se denomina zonificación del peligro de aludes, que significa que en una determinada porción del territorio se tiene que poder decir si bajan aludes, si no bajan o si bajan de vez en cuando i una estimación de cada cuanto bajan. Si no bajan, tu puedes construir una casa, si bajan de vez en cuando (por ejemplo cada 100 o 300 años) tendrás que construirla con una serie de protecciones, pero si los aludes bajan cada 10 años, mejor que no construyas la casa porque se acabará destruyendo. Sirve para decidir planes de urbanización. En España la cartografía de peligrosidad no está aun suficientemente hecha, pero en otros países ya se sabe cuál es la categoría de cada porción de tierra. Lo que pasa es que hay municipios que se han construido cuando aún no se tenían estas precauciones. Lo que se tiene que hacer ahora pues es instalar defensas o, si realmente es tan terrible lo que puede pasar se tendrá que decir "Ey, fuera de aquí o no nos podemos hacer responsables de lo que pase". Realmente nos e muy bien cómo funcionan estos casos, pero la aplicación de mi investigación es esta; si hay árboles para estudiar una zona de aludes, decir cada cuanto bajan y hasta donde bajan los aludes. Pero en España el territorio sometido a riesgo de aludes no es extenso, pero allí donde hay riesgo esto hay que hacerlo.

CL: ¿Piensas que la sociedad sabe qué es lo que hacéis? ¿Crees que lo debería saber?

EM: Creo que no. Pienso que no tenemos el pensamiento de que hemos de divulgar. Hay otros lugares donde aparte de hacer tu investigación y publicarla en revistas científicas, también estás obligado a hacer una publicación más "Light". "Light" en el sentido de que la entienda más gente y que hará que los otros sepan qué es lo que haces y la aplicación que puede tener tu investigación. Pero aquí no está suficientemente potenciado, depende mucho de las iniciativas particulares y de la pericia que uno tenga para dirigirse a un público más amplio, y claro, es una cosa que no abunda.

CL: ¿Y de la ciencia en general, dirías que es cultura?

EM: Sí, absolutamente. A mí me hace mucha gracia cuando hablas con gente que ha estudiado humanidades y ellos se piensan que lo suyo es cultura y que lo que se estudia en ciencias naturales o en ciencias en general no lo es. O sea que tú tienes que saber cuándo vivieron y qué hicieron todos los reyes, pero no importa que no sepas los conceptos más básicos de cualquier ciencia. Está muy extendida la opinión de que la ciencia no es cultura, demasiado incluso. Es una cultura, y además muchas veces es algo muy útil. Si un día te tienes que ganar

la vida en un bosque te será mucho más útil que saberte todos los reyes. Lo estoy simplificando mucho, pero es así.

CL: ¿Piensas que una vez acabada la carrera hay facilidades en nuestro País para dedicarse a la investigación?

EM: Mira, yo ahora tengo 47 años y hace 12 que estoy en la investigación. Y me ha costado mucho sobrevivir porque de golpe tienes un sueldo, de golpe no tienes nada, de golpe vuelves a tener una pequeña ayuda... Yo ahora mismo no tengo nada, pero la crisis la he vivido siempre en este entorno, como muchos compañeros. Cuando acabé la carrera pensé "Bien, yo ahora tengo una cultura, pero con esto no me podré ganar la vida". Tardé casi 10 años en tener la oportunidad de hacer investigación. No te lo he dicho directamente pero no, quiero decir que no hay facilidades suficientes. Las becas y tal, cuestan mucho conseguirlas, sobre todo porque van encaradas más al expediente académico cuando, en realidad, para investigar sobre todo lo que necesitas es motivación. Si tienes muy claro desde un principio que te quieres dedicar y vas a por todas, encuentras becas, pero tienes que ir luchando y a menudo, pisando a los demás. Yo encuentro que no, que en nuestro país no hay muchas facilidades para dedicarse a la investigación. Hay que decir que ha habido épocas mejores que otras, pero siempre ha sido algo muy errático, ahora sí, ahora no... No te sientes del todo seguro porque quizá ahora tienes un proyecto pero no sabes lo que podrás hacer mañana. En estas circunstancias es difícil tener una familia (quien la quiera tener), es una situación en la que no sabes nunca qué pasará. A veces pienso que dedicarse a la ciencia es un poco como dedicarse a la vida monástica; dar el 100%.

CL: ¿Actualmente te sientes recompensada por todos los esfuerzos que has hecho?

EM: Yo por mí mejoraría muchas cosas. Estoy contenta por la investigación que hago porque me gusta muchísimo, pero de soporte económico he tenido poco. Y muchas veces porque Emilia ha luchado por mí, que sino no podría haber seguido investigando. Me siento recompensada por mi investigación, pero no por haber tenido soporte del ens científico, por decirlo de alguna manera. Si tienes un jefe que te ayuda puedes estar aquí en la UB haciendo investigación, ahora bien, que puedas tener una recompensa económica, pues no siempre puede ser y claro, para vivir de esto, no es lo que buscas.