

## BAÚL DE LA CIENCIA

### Estudio de la precipitación mediante disdrómetros

María Fernández Raga

Departamento de Química y Física Aplicada. Facultad de CC. Biológicas y Ambientales. Universidad de León.

[maria.raga@unileon.es](mailto:maria.raga@unileon.es)

A lo largo de este trabajo se abordan varios aspectos relacionados con las medidas de las gotas que llegan a la superficie terrestre, determinadas mediante el uso de los disdrómetros ópticos. Se analizan también las incertidumbres y utilidades que estos datos pueden tener a nivel práctico.

Se habla primeramente de la importancia del conocimiento del número y tamaño de las gotas de lluvia para poder determinar aspectos tan diferentes como la dispersión de la señal de las ondas de radio o la determinación de la erosión del suelo por salpicadura. Así mismo, también se aborda la historia de la medición de las gotas, de los principales hallazgos al respecto, así como del funcionamiento de los disdrómetros ópticos. Los disdrómetros son los actuales sistemas de medición automática terrestre del número, tamaño y velocidad de las gotas de lluvia, y gracias a ellos se pueden calcular variables características de la precipitación como son la reflectividad, la energía cinética y el momento lineal en cada minuto de lluvia. A partir de los resultados obtenidos, los profesores de la Universidad de León han caracterizado los distintos episodios de precipitación con estos aparatos, y se han comparado cronológicamente los resultados obtenidos tanto en una misma zona como en áreas localizadas en puntos diversos. Así mismo también se han realizado diversos estudios de erosión de suelo y se han analizado posibles relaciones existentes entre las características de la lluvia y el tipo de tiempo determinado para cada uno de los días de precipitación.

**Palabras clave:** disdrómetro, tipos de tiempo, distribución de tamaños de gotas de lluvia, erosión por salpicadura, energía cinética.

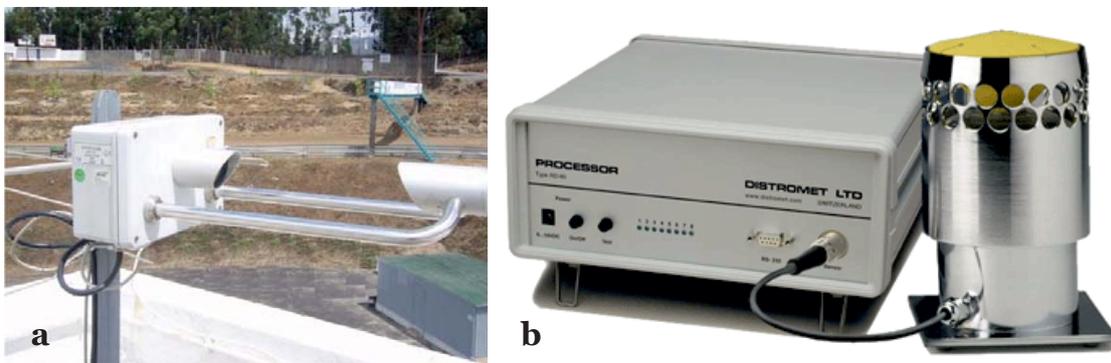
¡¡Disdrómetro!! Es probable que no hayas escuchado muchas veces en tu vida esta palabra, y sin embargo, es un instrumento que cada vez cuenta con un mayor número de aplicaciones que pueden ser tan diversas como estudiar la contaminación ambiental, la erosión de suelos, o las interferencias de las ondas de radio...

Un disdrómetro es un aparato que sirve para determinar tanto el tamaño como la velocidad de las gotas de lluvia que precipitan, es decir, puede determi-

Forma de mencionar este artículo: Fernández, M., 2016, Estudio de la precipitación mediante disdrómetros. AmbioCiencias, 14, 60-73. Revista de divulgación científica editada por la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, ISBN: 1998-3021 (edición digital), 2147-8942 (edición impresa). Depósito legal: LE-903-07.

nar la distribución de tamaños de gotas de lluvia. Y es esta distribución de tamaños de gotas cambiante tanto temporal como espacialmente la que resulta muy interesante para poder aplicarla en los campos antes mencionados.

Existen principalmente dos tipos de disdrómetros; los de impacto (**Fig. 1, a**), que determinan los tamaños mediante el momento asociado al impacto de la gota (es decir, como un tambor) y también existen los denominados disdrómetros ópticos, que determinan los tamaños de gotas midiendo la interrupción de la señal de láser producida por las gotas al atravesar un determinado área muestral (**Fig. 1, b**). En mi tesis se ha trabajado básicamente con dos tipos de disdrómetros ópticos: el disdrómetro *Thies Laser Precipitation Monitor*, y el disdrómetro *Ground Based Precipitation Probe*.



**Figura 1. a)** Imagen del disdrómetro Joss-Waldvogel de impacto (Disdromet, 2011); **b)** disdrómetro óptico *Laser Precipitation Monitor Thies Clima (LPM)*.

Gracias a estos disdrómetros se han podido determinar los tamaños de las gotas de las precipitaciones estudiadas, y se ha procedido al cálculo de variables características de la precipitación como son la reflectividad, la energía cinética y el momento lineal en cada minuto de lluvia. A partir de los resultados obtenidos con estos dos aparatos fue posible caracterizar los distintos episodios de precipitación, comparar cronológicamente los resultados obtenidos tanto en una misma zona como en áreas localizadas en puntos diversos, realizar estudios de erosión de suelo e incluso analizar posibles relaciones existentes entre las características de la lluvia y el tipo de tiempo determinado para cada uno de los días de precipitación.

El tipo de precipitación mayoritario en nuestras latitudes es la lluvia, y son varios los parámetros interesantes a la hora de describirla, como la precipitación acumulada o la intensidad de precipitación. La detección de estos parámetros es sencilla, pero si conseguimos determinar los tamaños y velocidades de las gotas,

esto permitirá el cálculo de otras muchas variables como pueden ser el tamaño medio de gota, la reflectividad, la energía cinética y el momento lineal, variables todas ellas de gran interés a la hora de caracterizar la naturaleza y efectos de la precipitación.

A lo largo de este trabajo se abordan varios aspectos relacionados con las medidas de las gotas que llegan a la superficie terrestre, determinadas mediante el uso de los disdrómetros ópticos. Se analizan también las incertidumbres y utilidades que estos datos pueden tener a nivel práctico.

Los principales objetivos de la tesis que aquí se presenta fueron:

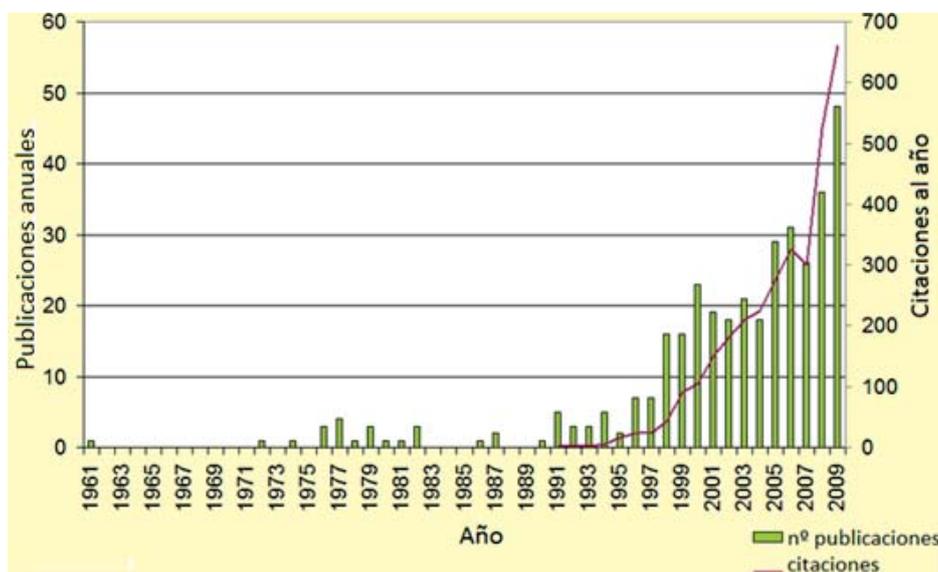
1. Realizar un estudio bibliométrico de las publicaciones sobre trabajos de investigación en los que se ha utilizado el disdrómetro como instrumento de medida.
2. Desarrollar y aplicar un método de calibración para el disdrómetro y calcular los errores que se puedan producir en la toma de medidas.
3. Determinar, mediante el disdrómetro, la microestructura de la precipitación en León. Para ello se calculan los parámetros característicos de la distribución reflectividad-intensidad (conocida como distribución *Z-R*), los tamaños de las gotas, las reflectividades e intensidades, y las energías cinéticas tanto de forma anual como estacional. Se analizó también su relación con los distintos tipos de tiempo.
4. Comparar las características de las precipitaciones ocurridas en dos localizaciones que pertenecen a climatologías diferentes: León y Aveiro, pero que se clasifican dentro de un mismo tipo de tiempo.
5. Realizar un estudio comparativo de distintos equipos de medida de precipitación en el día más lluvioso de 2006.
6. Determinar la metodología a seguir para evaluar el proceso de erosión por salpicadura originado en un área quemada a lo largo del tiempo. Analizar las características de la lluvia y calcular la erosión por salpicadura que dicha lluvia esta produciendo.
7. Evaluar el efecto del aterrazado pre-incendio y post-incendio como aplicación práctica del desarrollo de la metodología de estudio de la erosión por salpicadura.

### **Estudio bibliométrico de las publicaciones que utilizan disdrómetro**

Respecto al primer objetivo, se ha realizado una revisión bibliográfica para comprobar el uso del disdrómetro en la investigación científica, a partir de las publicaciones desde su aparición hasta la actualidad. Se ha utilizado como base

de datos las referencias bibliográficas que aparecen en la *Web of Science* (del *Institute for Scientific Information*). En el buscador se ha introducido la palabra "disdrometer\*", donde el asterisco sustituye a cualquier letra o grupo de letras, y la búsqueda se ha realizado en: a) *palabras clave*, b) *título* y c) *abstract* de cada una de las publicaciones.

Se ha realizado un análisis de los resultados atendiendo a diferentes criterios: países pioneros en la investigación con disdrómetro; fecha de aparición del primer artículo; evolución del número de artículos publicados; conceptos estudiados y líneas de investigación desarrolladas en cada artículo, autores principales y, por último, un análisis bibliométrico de las revistas en las que se han publicado dichos artículos. Se puede concluir que el 47 % de las publicaciones sobre disdrómetro se concentra en dos revistas: *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* y *Journal of Applied Meteorology*. También estas dos revistas concentran la mayoría de las citas. La evolución del número de publicaciones sobre disdrómetros y de los documentos que los citan ha sido siempre creciente, aunque puede esperarse que aumente aún más en la década presente, a juzgar por la tendencia observada. De hecho, en los últimos 20 años, se ha pasado de una media de tres publicaciones anuales (**Fig. 2**), a casi 50 publicaciones en el 2009 (con un aumento de aproximadamente 2,5 publicaciones por año). El autor con el mayor número de artículos que utilizan disdrómetros es Bringi, con 28 artículos. Sin embargo, Tokay es el autor de los artículos con mayor impacto.



**Figura 2.** Número de publicaciones y citas por año en relación con los artículos en los que se usa el disdrómetro.

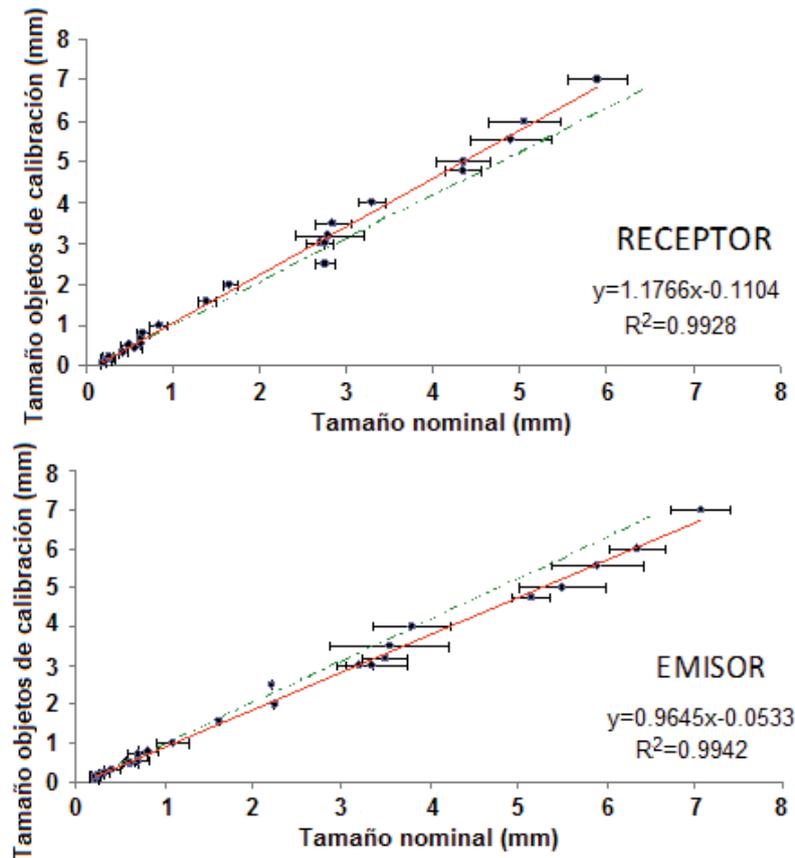
Respecto a los conceptos centrales de los documentos publicados, se ha observado una evolución en los temas de dichos trabajos. Los principales campos que hacen uso de los disdrómetros son, sobre todo, la meteorología, hidrología, modelización de parámetros de lluvia y erosión de suelo. La palabra clave más repetida es "*drop size distribution*", con 308 apariciones en artículos publicados con disdrómetro. Así, en la década de los 60 se produjo la irrupción de los primeros artículos con disdrómetro, dedicados a la presentación, diseño y posibles mejoras del mismo. En la década de los años 70 la mayoría de los artículos versaban sobre comparaciones entre dos modelos de disdrómetros (de impacto u ópticos), o bien eran artículos que comparaban la eficacia de los disdrómetros y los pluviómetros. En la década de los 80 se procedió a comparar los datos del radar con los datos recogidos en superficie por el disdrómetro, con aplicaciones al estudio de tormentas tropicales, y a calcular la evolución de la reflectividad. La década de los 90 aportó como novedades principales los estudios basados en oscilaciones de las pequeñas gotas, y el desarrollo de los primeros modelos teóricos sobre las distribuciones de tamaños de las gotas, con ayuda de radares polarizados.

Sin embargo, el verdadero desarrollo de aplicaciones distintas de lo estrictamente meteorológico se ha producido a finales de la década de los 90 y principios del siglo XXI. Se han perfilado distintos campos de la investigación para los cuales la información detectada por este instrumento puede resultar crucial, como por ejemplo en la erosión de suelos, en la modelización hidrológica o de catástrofes, o incluso en la atenuación de las señales de telecomunicación.

### **Desarrollo de un método de calibración del disdrómetro**

Por lo que respecta al segundo objetivo, se ha abordado el proceso de calibración del disdrómetro. La calibración se ha utilizado como método para evaluar la equivalencia entre datos de tamaños de las gotas obtenidos mediante los dos disdrómetros que se han utilizado en esta tesis con datos de los tamaños reales de las gotas medidas. La calibración ha sido realizada comparando valores conocidos de tamaños de esferas y partículas de arena con los tamaños estimados por el disdrómetro. Ambas comparaciones se han realizado para un amplio rango de valores de forma que se cubriese todo el espectro de tamaños medidos por el disdrómetro. Al realizar un ajuste lineal se obtiene un coeficiente de correlación de Pearson muy alto (de 0,997), y la incertidumbre aumenta a medida que aumenta el tamaño de la gota, especialmente por encima de los 3 mm, aunque nunca de forma significativa (**Fig. 3**). Esta discrepancia se produce en unos ca-

sos por minusvaloración y en otros por sobrevaloración de los tamaños reales de las esferas. Además, debe mencionarse que las gotas superiores a 3 mm son poco frecuentes en latitudes como las de la zona estudiada en la provincia de León.

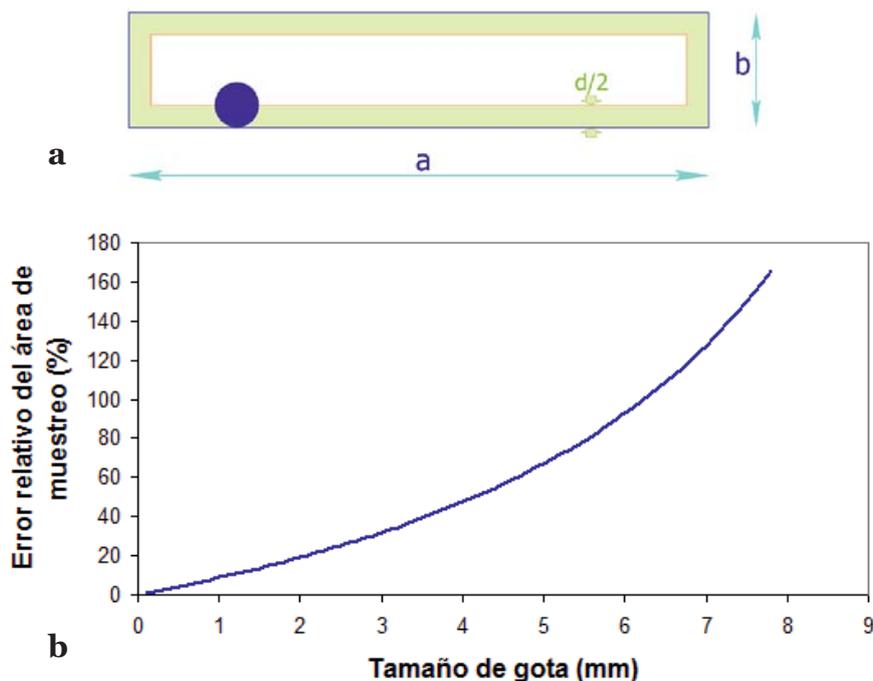


**Figura 3.** En trazo continuo, rectas de calibración del disdrómetro *LPM* para el lado del emisor y del receptor. Las barras de error representan la desviación estándar de las clases medidas por el disdrómetro. La línea de trazos representa la media entre la calibración obtenida por el lado emisor y el receptor.

A partir de 1 mm de diámetro, las gotas van perdiendo su forma esférica para ir acercándose a una forma elipsoidal. Este aspecto ha sido ampliamente tratado por muchos autores en la bibliografía. Nuestra aportación ha sido adaptar la ecuación de Brandes, que describe esta deformación de la gota, a nuestra situación particular. Se ha desarrollado una corrección del tamaño de las gotas mayores para evitar sobreestimar su volumen hasta en un 40 % de su valor real.

Se han analizado también los posibles errores procedentes de la eliminación de gotas que caen en el límite de muestreo del disdrómetro (**Fig. 4**). Del área de muestreo van a depender las posteriores variables calculadas, como pueden ser la intensidad de precipitación *R*, que puede variar incluso en más de un 50 %

para las lluvias de gotas superiores a 6 mm; o el cálculo de la variable factor de reflectividad  $Z$ , que también puede tener un error de hasta la mitad de lo calculado dependiendo de si se usa un área de muestreo fija o variable con el tamaño de las gotas que precipitan. Sin embargo la relación  $Z$ - $R$  parece ser poco dependiente del área de muestreo, porque se compensan los errores de  $Z$  y de  $R$ .

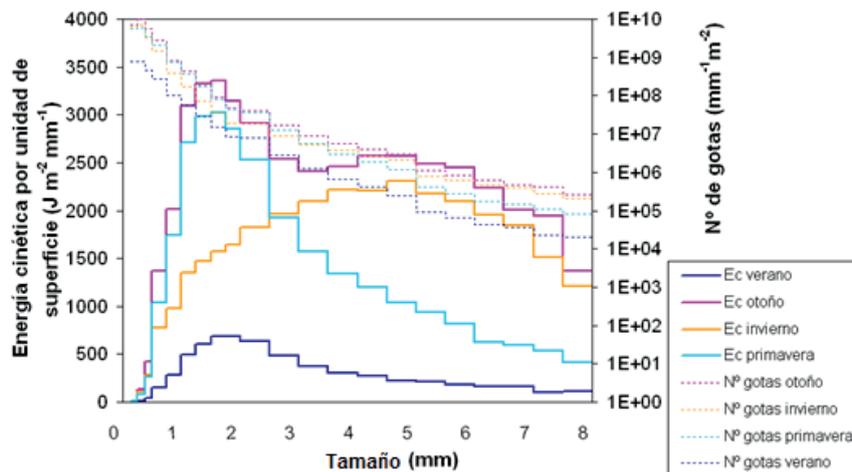


**Figura 4.** a) geometría del área de muestreo efectiva para un cierto tamaño “ $d$ ” de gota a partir del área de muestreo nominal “ $ab$ ”; b) Error relativo del área de muestreo dependiendo del tamaño de gota.

### Uso del disdrómetro para la caracterización de la precipitación de León

En cuanto al tercer objetivo, se ha utilizado el disdrómetro óptico para la caracterización de la precipitación en León. Para ello se han recogido los datos de las lluvias correspondientes a un periodo de dos años y 10 meses de duración (desde marzo de 2006 a diciembre de 2008) sobre la ciudad de León. Esta campaña de datos ha permitido determinar la duración de los eventos ocurridos, tanto anual como estacionalmente, y comprobar cómo pueden establecerse diferencias estacionales, que señalan al invierno como la estación con los episodios de lluvias más largos, de 40 minutos en promedio, y al verano como la estación de lluvias más cortas, con 12 minutos de duración media, teniendo en cuenta que la varianza en la mayoría de los casos dobla el valor de la media. El estudio, además,

señala al otoño como la estación donde se producen los minutos de intensidad más elevada, así como también donde se concentran los máximos de energía cinética (Fig. 5). Estos máximos son debidos sobre todo al aumento de las gotas de tamaños comprendidos entre los 1,5 y los 2,5 mm de diámetro.



**Figura 5.** Energía cinética total por unidad de superficie según tamaño de gota y estación climática durante el periodo de estudio.

También se han determinado para León los parámetros  $a$  y  $b$  característicos de las relaciones anuales  $Z-R$ , del tipo  $Z=a \cdot R^b$ , donde  $R$  está en mm/h y  $Z$  en  $\text{mm}^6 \text{m}^{-3}$ . Los valores obtenidos para  $a$  oscilan entre 151 y 254, y para  $b$  entre 1,4 y 1,6.

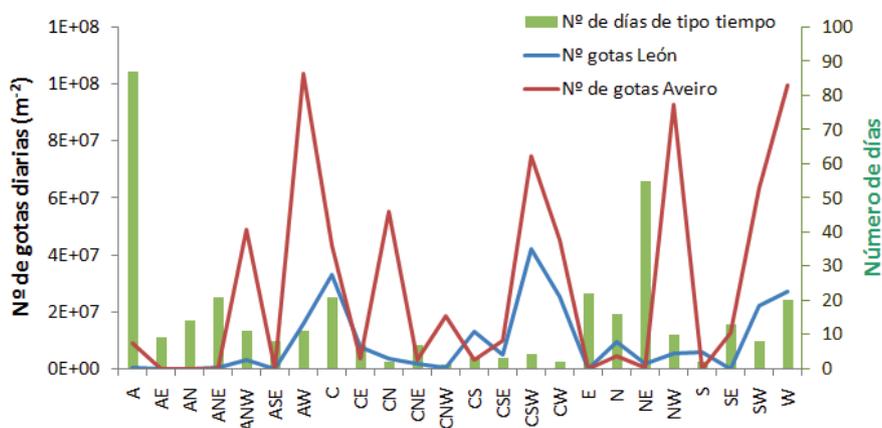
La comparación realizada entre los datos recogidos de la lluvia, y la clasificación de tipos de tiempo de Lamb, señala que los tipos de tiempo más lluviosos son los de circulación del norte y los que tienen alguna componente del oeste ( $NW$ ,  $W$  y  $SW$ ), así como también el ciclónico.

### Comparación de las precipitaciones ocurridas en Aveiro y León

Para poder llevar a cabo el **cuarto objetivo** se analizaron los datos recogidos simultáneamente por dos disdrómetros situados en dos puntos geográficos, Aveiro (Portugal) y León (España), cuyos resultados fueron posteriormente comparados. El interés radica en el hecho de que ambas localizaciones comparten la misma clasificación de tipo de tiempo de Lamb, a pesar de que, sin embargo, pertenecen a dos climas diferentes, oceánico y continental. La comparación fue realizada a lo largo de algo más de un año (desde mayo 2007 a junio 2008), y señala a Aveiro, la ciudad de clima oceánico, como aquella que presenta lluvias más intensas, más copiosas, con un mayor número de gotas e incluso de una mayor duración (10 minutos más de media que la duración en León).

En los parámetros calculados para la relación  $Z-R$  en Aveiro y en León, se observa que el parámetro  $a$  pasa de ser 191 en León a 101 en Aveiro, mientras que el parámetro  $b$  pasa de 1,74 a 1,59. Los valores de Aveiro triplican a los de León tanto para la energía cinética como para el momento lineal, donde el tamaño medio de las gotas es de 0,45 mm para Aveiro y algo menores, de 0,37 mm para León, lo que también explicaría la diferencia encontrada entre los momentos lineales y las energías cinéticas.

La comparación de los tipos de tiempo en Aveiro y León suscribe lo descrito para León: son los tipos de tiempo provenientes del oeste los que más probabilidades de lluvia presentan para ambas localizaciones. Particularmente destaca en ciclónico del suroeste (CSW), con casi 17 mm de precipitación diaria media en Aveiro y casi 8 mm en León (**Fig. 6**).



**Figura 6.** Frecuencia de los tipos de tiempo y número de gotas diarias registradas en León y en Aveiro. Las letras inferiores implican los distintos tipos de tiempo indicados por las siguientes abreviaturas: A significa anticiclónico, C es ciclónico, E es Este, N es Norte, W es Oeste y S es Sur. Los primeros 7 tipos de tiempo serían anticiclónicos, girando como un anticiclón, los siguientes 9 serían ciclónicos, caracterizado por un giro opuesto y los últimos 8 serían los denominados como tipos de tiempo puros o con una determinada dirección.

Al ajustar el espectro de tamaños de gotas a la densidad de probabilidad gamma (que es una distribución de probabilidad continua que se define como

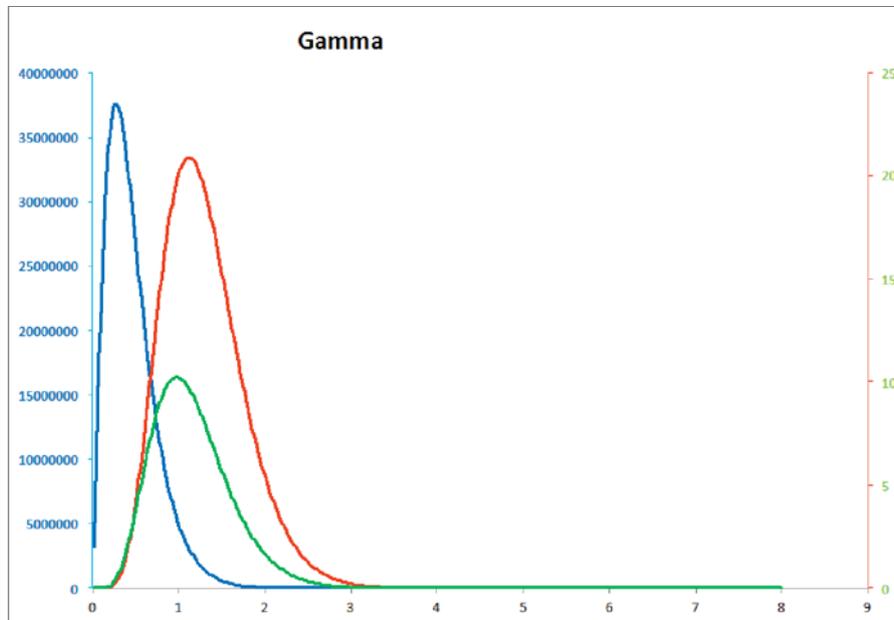
$$f(x) = \frac{\beta^\alpha x^{\alpha-1} \exp(-\beta x)}{\Gamma(\alpha)}$$

donde  $\Gamma$  es la función gamma de Euler o factorial, cuya definición es:

$$\Gamma(s) = \int_0^\infty t^{s-1} \exp(-t) dt$$

y sigue una forma similar a la de la **Fig. 7**), se observa que los parámetros de la distribución en cada tipo de tiempo son independientes del lugar (Aveiro o

León), salvo en los tipos de tiempo de componente este, donde la moda depende del lugar.



**Figura 7.** Ejemplo de forma que adquiere una distribución gamma.

En los tipos ciclónico noreste (*CNE*) y sureste (*SE*) la moda es unos 0,3 mm mayor en Aveiro que en León. En los tipos anticiclónico del noreste (*ANE*) y ciclónico del este (*CE*) la moda es 0,2 mm superior en León. En todos los demás casos, la diferencia es menor de 0,15 mm (y en el 70 % de los tipos de tiempo, es menor de 0,1 mm).

### Estudio comparativo de equipos de medida de precipitación

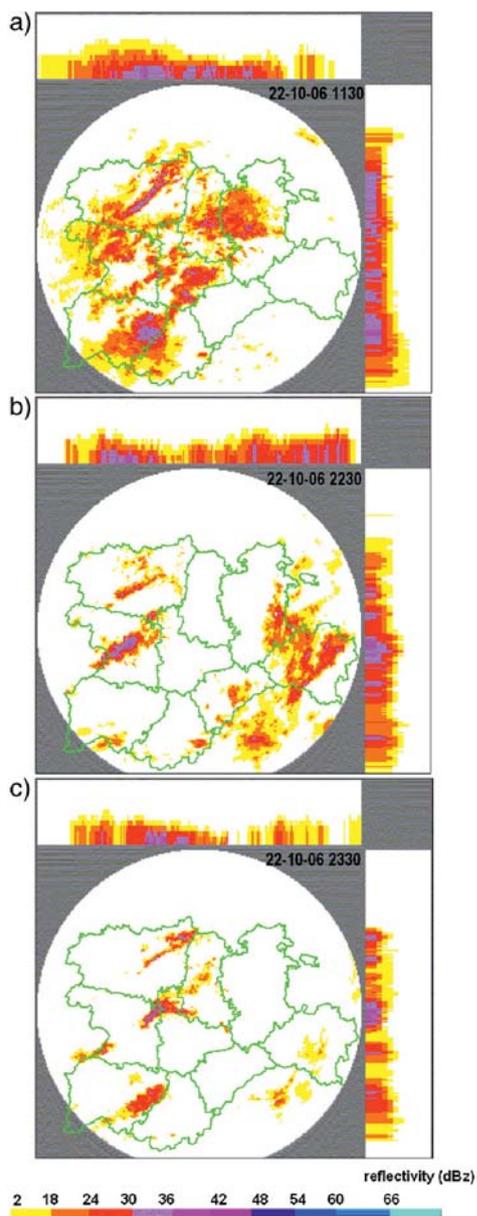
Con respecto al **quinto objetivo**, se abordó la utilización del disdrómetro junto a una serie de instrumentos para estudiar el día más lluvioso de 2006 en León. El objetivo fue analizar la situación que presentó la atmósfera durante 24 horas. Se utilizaron diferentes técnicas (situación sinóptica, imágenes de satélite, radiosondeo, imágenes de radar meteorológico) para establecer las condiciones meteorológicas que condujeron a este extremo de precipitación. También se estudió la correspondencia entre el estado de la atmósfera y las características de la precipitación registrada en el suelo, medida con pluviómetro y disdrómetro. De la integración de las técnicas utilizadas se concluyó que para no perder información en el análisis de los tipos de nubes que generan la precipitación, se deben llevar a cabo observaciones simultáneas mediante equipos de meteorología y productos de los satélites. Además, se encontraron unas diferencias en las re-

flectividades proporcionadas por el radar y el disdrómetro, en un rango entre 7 y 10 dBZ (es el decibelio de reflectividad que se define como 10 veces el logaritmo de la relación con el eco de una gota estándar de 1 mm de diámetro ocupando el mismo volumen rastreado) superiores en las medidas del suelo con el disdrómetro. Una de las causas puede ser la distancia existente entre el punto de ubicación de cada uno de los instrumentos, y también, que los volúmenes muestreados por cada uno de los aparatos son diferentes.

Además, las relaciones  $Z-R$  obtenidas para los episodios de la mañana y de la noche fueron distintas, por lo que el tipo de precipitación fue también diferente. Usando las relaciones  $Z-R$ , el tipo de precipitación convectiva y estratiforme no puede ser específicamente identificada debido a que depende del criterio tomado. De cualquier modo, de acuerdo con muchos autores, la precipitación

más intensa, que se registró durante la mañana, tenía claramente características de lluvia convectiva. Esto además coincide con el tipo de nubes que dominaron por la mañana. Por la noche, sin embargo, el nivel de desarrollo convectivo fue menor. En resumen, el carácter convectivo o estratiforme de la precipitación es muy variable dentro de un mismo día, por lo que es necesario hacer valoraciones en la menor escala temporal posible.

Por último, se estudió la distribución de tamaños de las gotas de ambos episodios. La principal diferencia encontrada ha sido que durante el episodio de naturaleza más convectiva, el máximo tamaño de gota registrada ha sido mayor. Con el radar también se obtiene mayor altura del *eco top*, o techo de las nubes durante el episodio de la mañana (**Fig. 8**). Sin embargo, los máximos tanto de intensidad de precipitación como del volumen total de precipitación fueron superiores durante el episodio de la noche.

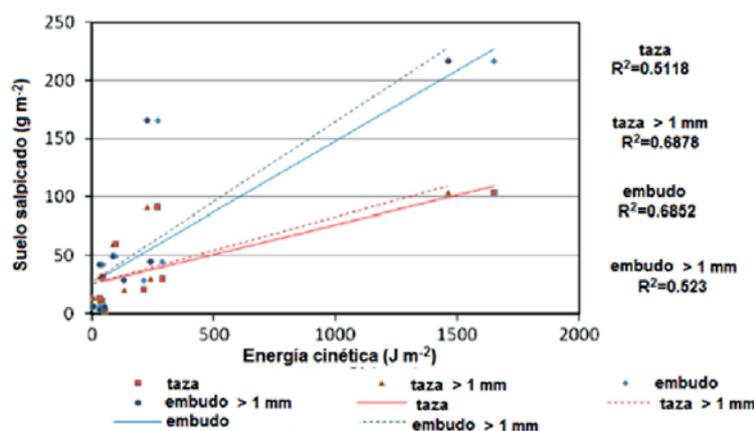


**Figura 8.** Imágenes CAPPI del radar AEMET a las **a)** 1130, **b)** 2230 y **c)** 2330 UTC (Coordinated Universal Time) sobre la zona de estudio. Fuente AEMET

### Determinación de la erosión por salpicadura

En relación con el **sexto objetivo**, se procedió al diseño de una metodología de muestreo para estudiar la erosión por salpicadura en una plantación de eucaliptos aterrazada en Soutelo, en la parte noreste de Aveiro, en Portugal. Utilizando el disdrómetro, se calcularon una serie de características de la lluvia, que fueron posteriormente comparadas con las tasas de erosión por salpicadura. Las mediciones se realizaron desde mayo a septiembre del 2007, utilizando para ello un disdrómetro óptico, un pluviómetro y dos tipos distintos de aparatos de medición de erosión (10 del modelo taza y 10 del modelo embudo).

También se realizó el análisis de tipos de tiempo de Lamb, que coincidió en indicar cómo los cuatro tipos de tiempo que contienen un componente del oeste producen mayor precipitación y energía cinética, y por lo tanto, un mayor poder erosivo. La relación entre la erosión por salpicadura y varias características de la lluvia fue analizada de forma preliminar, debido a que tan sólo se utilizaron nueve periodos de muestreo de salpicadura. Sin embargo, se aprecian correlaciones significativas entre el aumento de la erosión por salpicadura y variables como el incremento de la precipitación total, el incremento de la energía cinética total y el de la intensidad de precipitación. Se consiguió mejorar ligeramente esta correlación mediante el cálculo de un modelo de erosión integrando varios parámetros de la lluvia. Los dos sistemas de muestreo de salpicadura muestran un alto grado de concordancia; sin embargo es el modelo de embudo el que parece resultar más apropiado a la hora de evitar la pérdida de muestra de suelo salpicado (**Fig. 9**).



**Figura 9.** Relación entre el suelo salpicado y la energía cinética de la lluvia para tazas y embudos. Se indican las rectas de regresión y los coeficientes de correlación de Pearson para todos los casos y para gotas superiores a 1 mm.

### Estudio del efecto del aterrazado

Por último, para desarrollar el **séptimo objetivo**, se llevó a cabo un seguimiento durante 8 meses de la erosión por salpicadura en tres parcelas sometidas a aterrazamiento, aunque una de ellas previa a un incendio, y las otras dos posteriores al incendio.

La evaluación del impacto del tratamiento en dichas parcelas se realizó mediante la instalación de dos sistemas distintos cuantificadores de erosión por salpicadura, las tazas y los embudos (**Fig. 10**). Posteriormente se procedió al análisis de los datos de salpicadura recogidos durante los 17 periodos de muestreo junto con los datos meteorológicos recogidos durante cada uno de estos periodos.

Los resultados señalan que el tratamiento de aterrazado posterior al incendio induce a una menor estabilidad de los agregados superficiales del suelo, por lo que se producen mayores tasas de erosión por salpicadura. El sistema de muestreo de los embudos recoge el triple de suelo salpicado que el sistema de tazas, aunque ambos sistemas correlacionan adecuadamente con los parámetros de meteorología.



tazas, aunque ambos sistemas correlacionan adecuadamente con los parámetros de meteorología.

**Figura 10.** Detalle de medidores de salpicadura en terraza en Soutelo.

Espero que los resultados encontrados sirvan para enriquecer la ciencia, y ayude a algún joven investigador a descubrir nuevas aplicaciones para los disdrómetros que ayuden a la mejora de la sociedad.

Y por último aprovecho esta oportunidad para agradecer este resultado a mis compañeros del Departamento de Química y Física Aplicada, que me enseñaron, animaron a seguir y compartieron muchas tardes de esfuerzo y dedicación. Sin dejar de destacar el enorme esfuerzo de mis directores D. Roberto Fraile Laiz, Doña Amaya Castro Izquierdo y Doña Elena Marcos Porras. Gracias a sus

conocimientos, su paciencia con esta pobre neófita investigadora, y a su generosidad dedicándome horas de trabajo he podido llevar a término este trabajo. Al final, el esfuerzo consigue que la ciencia avance sobre cimientos sólidos. ¡Muchas gracias por el interés recibido por mi trabajo!



María Fernández Raga es Licenciada en Ciencias Ambientales, Grado en Ingeniería Forestal y Doctora por la Universidad de León, realizando su tesis doctoral en Física Aplicada.

Forma parte del grupo de Investigación de Excelencia GR 320 de la Universidad de León, y del Grupo de Innovación docente IDEAS. Es miembro de varias de las Asociaciones Internacionales de Investigación la European Geosciences Union (EGU), y socia y co-fundadora de FUEGORED asociación internacional de estudio de los Efectos del Fuego, así como socia fundadora de la asociación de premios Nacionales “Facultad Invisible”.

Ha diseñado, puesto a punto y publicado 2 sistemas novedosos de medida de la erosión por salpicadura, que posteriormente han sido utilizados por diferentes autores, y ha iniciado la utilización del disdrómetro óptico para la medición de erosión por salpicadura.

En su carrera ha sido galardonada con varios premios: “Premio Extraordinario de Doctorado”, “Tercer premio Nacional a la Excelencia Académica”, “premio Outstanding Young Scientist Grant” y “Premio Fin de Carrera”. Es actualmente docente del Departamento de Química y Física Aplicada de la Universidad de León.