

Tendencia a la baja de las precipitaciones

FUENTE: *SINC*

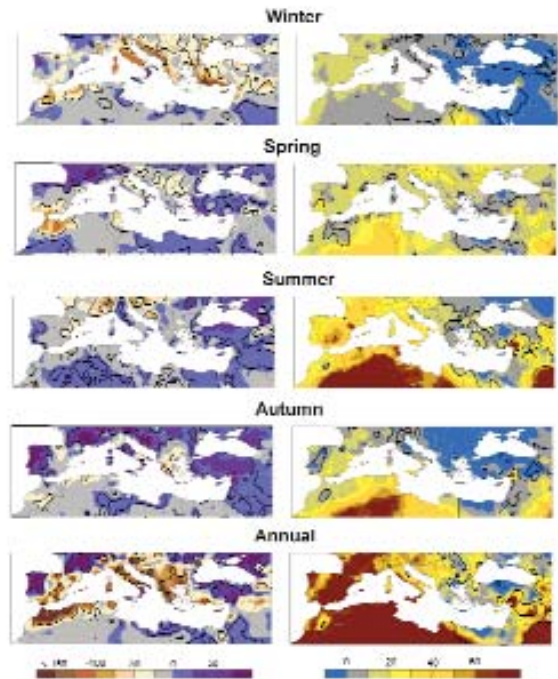
Aunque el pronóstico de las tendencias a largo plazo de la precipitación en un país como España está sujeto a grandes incertidumbres, la conclusión a la que han llegado unos investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) –en un estudio publicado recientemente en la revista *Geophysical Research Letters*–, es que en España peninsular lloverá menos en el futuro.

En los últimos 60 años, los científicos han constatado una reducción de las precipitaciones en invierno, y ahora prevén que disminuyan en primavera y verano. Un equipo del Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) ha analizado los datos de las lluvias de 1950 a 2006, y las proyecciones climáticas para las próximas décadas, para demostrar que en los próximos años lloverá menos en la Península Ibérica. Pero las precipitaciones seguirán siendo más frecuentes en invierno que en primavera-verano.

¿Han cambiado las contribuciones mensuales de precipitación al total anual en la cuenca mediterránea? Los citados investigadores han valorado los cambios observados desde 1950 en la evolución de las lluvias, y han predicho menores contribuciones para mediados del siglo XXI, en un escenario con un aumento de la emisión de gases de efecto invernadero.

“A partir de datos observados (1950-2006) y simulados por distintos modelos climáticos (2040-2060), hemos analizado si la contribución mensual al total anual ha variado en las últimas décadas y si se espera que lo haga en un futuro a medio plazo”, señaló Juan Ignacio López-Moreno, autor principal del estudio.

La investigación se engloba en el estudio de la variabilidad y el cambio climático en la región mediterránea. Según los científicos, ha habido cambios significativos en esta zona que afectan de forma desigual a lo largo del año, y se han detectado “áreas homogéneas” en la evolución temporal de las lluvias. Para López-Moreno, además de las alteraciones de la cantidad de precipitación caída, “los modelos climáticos sugieren nuevos cambios para las próximas décadas”.



Evolución estacional y anual del clima en el Mediterráneo entre 1950 y 2002. Los colores muestran la magnitud de los cambios en la precipitación (izquierda); y en la evapotranspiración en mm (derecha). Mapas: Juan Ignacio López-Moreno.

Entre los patrones más significativos, el estudio refleja que en el oeste de la cuenca mediterránea, en concreto en la Península Ibérica, ha habido un descenso del 8% de las precipitaciones en los meses de marzo de 1950 a 2002, y un aumento del 3% en abril y mayo en el mismo periodo. Los investigadores apuntan también a un ligero aumento de las lluvias de agosto a diciembre.

En toda la cuenca mediterránea, los científicos prevén una disminución significativa de las lluvias, sobre todo en primavera y verano. Sin embargo, las observaciones de los últimos 50 años y las predicciones para las próximas décadas no muestran cambios en los patrones estacionales de la distribución de las lluvias. El equipo de investigación señala que “los cambios observados no son suficientes para alterar el patrón general de la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, a pesar de haber localizado la importancia”.

Según López-Moreno, las incertidumbres asociadas a los modelos climáticos y las Respuestas de los sistemas hidrológicos a los cambios del clima dificultan la presentación de conclusiones inmediatas.

Rayos ascendentes

FUENTE: *BBC Ciencia*

En un extraordinario golpe de suerte, un equipo de científicos estadounidenses logró captar la imagen de un enorme relámpago que, en lugar de caer, iba en ascenso. Estos eventos, vistos en contadísimas ocasiones, son fenómenos meteorológicos conocidos como “chorros gigantes”, en los que se descarga electricidad de las tormentas hacia la ionosfera, en la parte alta de la atmósfera.

Durante la tormenta tropical Cristóbal, en la temporada de huracanes 2008, fue captado uno de estos enormes rayos ascendentes, que alcanzó una altura superior a los 60 kilómetros. Un equipo de científicos de la Universidad de Duke, en Durham (Carolina del Norte, EEUU), tomó mediciones de esa gigantesca descarga eléctrica. Los resultados han sido publicados recientemente en la revista *Nature Geoscience*, y gracias a este trabajo se entienden un poco mejor estos fenómenos de naturaleza eléctrica, demostrándose que pueden ser tan poderosos como los rayos nube-tierra.

Los chorros gigantes no ocurren en todas las tormentas y los científicos desconocen cuáles son las condiciones que conducen a su formación. De hecho, esta clase de eventos sólo se ha registrado en cinco ocasiones desde 2001. “Lo que demostramos de forma concluyente es que no son sólo estallidos que surgen de una tormenta eléctrica y viajan de forma ascendente para tocar la atmósfera alta”, explicó a la BBC el profesor Steven Cummer, quien dirigió el estudio.

Los chorros gigantes, precisó el investigador, descargan una energía comparable a la de los relámpagos convencio-

nales. Pero la carga viaja más lejos y más rápido, debido a que el aire, mucho más enrarecido, que se encuentra entre las nubes y la ionosfera, ofrece una menor resistencia eléctrica. Los chorros gigantes rara vez han sido captados en fotografías, ya que ocurren tan rápido que las cámaras deben estar enfocadas hacia ellos en el momento exacto en que ocurren.

El profesor Cummer captó la imagen de uno de ellos por casualidad, ya que había apuntado su cámara hacia el cielo, sobre la tormenta, esperando fotografiar otro fenómeno conocido como *sprite*, consistente en descargas eléctricas azules o rojas que ocurren sobre las nubes proyectándose hacia la ionosfera. Los *sprites* se fotografiaron por primera vez en 1989.

El científico planea ahora instalar una cámara de alta velocidad y sensible a determinadas longitudes de onda para captar imágenes en color de los chorros gigantes, las cuales podrían brindar información muy útil sobre sus procesos químicos y sus temperaturas. “El chorro que pudimos fotografiar surgió de una tormenta tropical que todavía no se convertía en huracán”, explicó el profesor Cummer. “Ahora se cierne sobre nosotros otro huracán, que está a punto de tocar la costa este de Estados Unidos y, por supuesto, tendremos nuestras cámaras enfocadas hacia ese evento y quizás resultemos afortunados”.

Según Brad Smull, director de programa de la División de Ciencias Atmosféricas de la *National Science Foundation* de Estados Unidos —el organismo que financió la investigación—, “la confirmación de una descarga eléctrica visible que se extiende desde lo alto de una tormenta hacia el borde de la ionosfera ofrece información muy importante sobre los procesos del circuito eléctrico terrestre”.

Indicador vegetal de la desertificación

FUENTE: *SINC*

Un equipo de científicos ha analizado 29 espartales de Guadalajara a Murcia y ha concluido que la cobertura de la vegetación perenne es un eficaz sistema de alerta temprana de desertificación en estos ecosistemas. El estudio se ha publicado en la revista *Ecology*.



Imagen de un *sprite* que tuvo lugar sobre unas tormentas ocurridas en Kansas el 10 de agosto de 2000. El fenómeno tuvo lugar en la mesosfera, a una altitud entre los 50 y los 90 km. El color real de los *sprites* es habitualmente rojizo o rosa. Crédito: Walter Lyons, *FMA Research*, Fort Collins, Colorado.

Para poder predecir la aparición de los procesos de desertificación, definida por Naciones Unidas como la “degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas, resultante de varios factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas”, el equipo de científicos de la Universidad Rey

Juan Carlos (URJC) ha evaluado la distribución espacial de la vegetación como un indicador “temprano” de la aparición de procesos de desertificación.

Para ello han analizado las formaciones dominadas por el esparto o atocha (*Stipa tenacissima*), uno de los ecosistemas más representativos de la Península Ibérica. “Las pérdidas de la cobertura vegetal en los ecosistemas estudiados implican una pérdida de la fertilidad y funcionalidad del ecosistema, y favorecen el inicio de los procesos de desertificación”, explica a SINC Fernando T. Maestre, autor principal del estudio que ha publicado la revista *Ecology* y profesor titular de Universidad en la Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología de la URJC.



Espartales como el de la figura pueden ayudar a predecir la aparición de los procesos de desertificación.

Tras caracterizar la distribución espacial de la vegetación, y analizar la fertilidad del suelo y la capacidad del ecosistema de reciclar la materia orgánica en nutrientes asimilables por las plantas, los investigadores demostraron que la distribución espacial de la vegetación en todas las parcelas se caracterizó, desde el punto de vista estadístico, por seguir una distribución potencial “truncada”. Esto se produce cuando se pierden las manchas de vegetación de mayor tamaño.

A pesar de ello, “las parcelas estudiadas mostraron, por ejemplo, una gran variación en aspectos tan importantes como el contenido de nitrógeno y el fósforo, y muchas de ellas no presentaban ningún síntoma de sufrir procesos de desertificación”, apunta Maestre. Los investigadores encontraron además que la cobertura total de la vegetación estaba relacionada “positiva y significativamente” con la fertilidad del suelo.

Las conclusiones indican que la cobertura de la vegetación perenne, “un parámetro fácilmente obtenible mediante muestreos en campo o con fotografías aéreas”, puede utilizarse “de forma satisfactoria y robusta” para evaluar la aparición temprana de procesos de desertificación en los espartales semiáridos.

Identificar que un ecosistema concreto se está desertificando es de “gran importancia” para identificar las causas que están provocando su desertificación, y conocer cómo este complejo fenómeno puede afectar a su funcionamiento y los servicios que presta. Además, “la búsqueda de indicadores de alerta temprana de desertificación permite establecer medidas de gestión y restauración antes de que el proceso de degradación del ecosistema sea irreversible”, señala Maestre.

Sin embargo, estos resultados no apoyan los obtenidos por otro equipo de investigadores, cuyo estudio se publicó en 2007 en *Nature* (449: 213–217). Esta investigación apoyaba el uso de la distribución espacial de la vegetación como un indicador universal de la aparición temprana de procesos de desertificación. “En ese trabajo se proponía que cuando la vegetación de una determinada zona pasa de poder caracterizarse con una distribución potencial a una distribución potencial truncada, el riesgo de desertificación es inminente”, aclara Maestre.

España es el país europeo con mayor riesgo de desertificación. Según las estimaciones del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM), un 18% de la superficie española presenta un riesgo alto o muy alto de sufrir este fenómeno. La desertificación tiene ya importantes consecuencias desde el punto de vista ecológico y socioeconómico en todo el mundo, y “afecta directamente a unos 250 millones de personas en los países en vías de desarrollo”, según las estimaciones que Maestre hizo en otro estudio publicado en 2007 en *Science* (316: 847-851).

Auroras asimétricas y equinocciales

FUENTE: [Nature/ABC/www.amazings.com](#)

Las conocidas como “luces del Norte” –las auroras que tienen lugar en el hemisferio norte– tienen al sur del Ecuador a sus “hermanas” las “luces del Sur”. Ambas quedan confinadas en dos grandes óvalos, cuyos centros serían los polos magnéticos terrestres (no los geográficos), y según un reciente estudio publicado en la revista *Nature* por unos investigadores de la Universidad de Bergen (Noruega), ambas muestran una clara asimetría, no tanto en la forma que adoptan en el cielo, sino en la intensidad.

Según relataba una pequeña crónica del ABC, publicada el pasado 23 de julio, “hasta ahora se asumía que las auroras son simétricas debido a que las partículas cargadas siguen las líneas de los campos magnéticos de la Tierra (...) El fenómeno está causado por las partículas cargadas de átomos del viento solar y moléculas en la atmósfera a

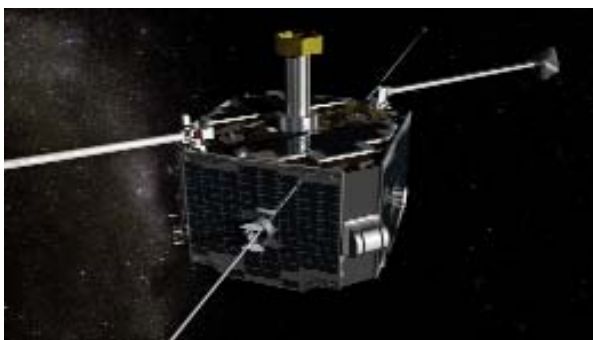


Espectacular fotografía de una aurora polar captada en Alaska en el año 2005. La Fundación Wikimedia la consideró la Imagen del año 2006.

medida que siguen las líneas del campo magnético de la Tierra, que son simétricas.”

Las auroras polares son el resultado de la interacción del viento solar con la atmósfera terrestre. Dicho viento no es más que un chorro muy energético de partículas eléctricas que irradia el sol en todas las direcciones y que intercepta la Tierra a su paso. Dicho plasma contiene protones y electrones que viajan por el espacio a velocidades superiores a los 300 km/s, empleando unos 4 días en recorrer los aproximadamente 150 millones de kilómetros que nos separan del Sol. La Tierra genera a su alrededor un potente campo magnético que actúa como un escudo protector, y que es el encargado de desviar hacia los dos polos magnéticos todo ese flujo de partículas. Los electrones, que son los que viajan más rápido, golpean, por así decirlo, las moléculas de aire que en pequeñas cantidades se encuentran en la parte más exterior de la atmósfera, y el resultado de dicho impacto es la emisión de luz y la formación de las auroras.

Volviendo a la noticia referida con anterioridad: “Los científicos, dirigidos por Nikolai Ostgaard y Karl Magnus Laundal, informan de observaciones de un nuevo grupo de cámaras de toma de imágenes globales en cada polo que muestran distribuciones de intensidad de las auroras completamente asimétricas. Los puntos intensos de la aurora



Recreación artística de uno de los satélites THEMIS en el espacio. CRÉDITO: NASA

invernal del hemisferio sur en el crepúsculo eran persistentes, mientras que los puntos de las auroras de verano del hemisferio norte al alba eran pasajeras. Los autores sugieren que la asimetría observada confirma la existencia de corrientes alineadas con el campo entre los hemisferios asociadas a las estaciones, lo que se había predicho pero nunca antes observado.”

Aparte del despliegue de bellos colores, en cada exhibición luminosa subyace una potente tormenta geomagnética con posibles efectos perjudiciales que van desde el mal funcionamiento de los satélites en órbita, hasta interrupciones del suministro eléctrico en la superficie de la Tierra. Telecomunicaciones, tráfico aéreo, redes de distribución de electricidad y sistemas GPS, todos son vulnerables. En una sociedad que confía cada vez más en la tecnología espacial, es vital entender estas tormentas.

En febrero de 2007, los satélites THEMIS de la NASA observaron una tormenta geomagnética y determinaron que estaba dotada de energía aproximadamente igual a la de un terremoto de magnitud 5,5 en la escala de Richter. Los THEMIS detectaron “cuerdas” magnéticas que conectan la atmósfera superior de la Tierra directamente con el Sol. Los investigadores creen que las partículas de viento solar fluyen a lo largo de estas cuerdas, proporcionando energía a las tormentas geomagnéticas y a las auroras. Las partículas de viento solar fluyen a lo largo de las cuerdas en trayectorias que conducen del Sol a la Tierra.

Resulta que las conexiones magnéticas entre el Sol y la Tierra son especialmente buenas en primavera. Es una cuestión de geometría: con el avance de la Tierra por su órbita, los polos magnéticos de nuestro planeta se bambolean hacia adelante y hacia atrás. (Los polos realmente no se bambolean, pero la combinación de la inclinación polar de 23 grados de la Tierra, sumada al movimiento orbital, hacen que los polos parezcan bambolearse desde el punto de vista solar). Alrededor de la época del equinoccio, el campo magnético de la Tierra tiene la mejor orientación posible para “conectarse” con el Sol, abriendo la puerta para que la energía del viento solar fluya y encienda las auroras.

Pero hay dos equinoccios, el de primavera y el de otoño, con geometría magnética similar. Y sí, el otoño es una estación de auroras también. Los trastornos geomagnéticos son casi dos veces más probables en primavera-otoño que en invierno-verano, según los registros históricos.

Gotas a la carrera

FUENTE: *Neofronteras*

A diferencia de lo que ocurre en el vacío —en ausencia de aire—, en que los objetos, con independencia de su forma y masa caen con la misma accele-

ración, en la atmósfera, donde existe la fricción con el aire, cualquier objeto se va acelerando en su caída hasta alcanzar una velocidad límite propia denominada velocidad terminal. Para un paracaidista en caída libre esa velocidad ronda los 200 km/h. La velocidad terminal depende de la forma del objeto (no es lo mismo un paracaidista con el



Primer plano de varias gotas de lluvia cayendo.
© Richard X. Thrupp

paracaídas cerrado que abierto) y de la masa del mismo. Cuanta más masa tiene el objeto, mayor es su velocidad terminal.

En el caso concreto de las gotas de lluvia, que tienen formas más o menos esféricas, uno esperaría que las más grandes, y por tanto las más pesadas, tuvieran una mayor velocidad terminal. Sin embargo, los especialistas encargados de medir estas cosas se sorprendieron al comprobar que había gotas pequeñas que al llegar al suelo lo hacían a una velocidad superior a otras más grandes. En un principio se achacó este resultado a un error en las medidas efectuadas, quedando la cuestión abierta desde hace años e intrigando a los expertos. Recientemente, científicos de la Universidad Tecnológica de Michigan (MTU), en Houghton, y de la Universidad Nacional de México, han encontrado pruebas de que el fenómeno es real.

Durante tres años han estado recopilando datos sobre la velocidad y el tamaño de nada menos que 64.000 gotas de lluvia caídas en México DF en ausencia de viento. Para esta tarea usaron sistemas ópticos de medida, sistemas de análisis de partículas y sistemas recolectores. Además, crearon un algoritmo computacional ad hoc para analizar estos datos.

Los investigadores han descubierto que algunas gotitas, a las que llaman “gotas superterminales”, tienen velocidades superiores a la velocidad terminal propia en función de su tamaño y masa. Así por ejemplo, se calcula que una gota esférica con un diámetro de 100 micras tiene una velocidad terminal de 30 cm/s, pero estos investigadores encontraron gotas de ese tamaño viajando a 3 ó 4 m/s. Estos

resultados fueron publicados en la revista *Geophysical Research Letters* (13 de junio).

Los responsables del estudio han propuesto un modelo conceptual para justificar los resultados obtenidos. Piensan que las gotas superterminales se forman cuando gotas más grandes colisionan y se rompen en varias gotitas que llevan la misma velocidad que la gota progenitora. A medida que la lluvia cae con mayor intensidad, la fracción de gotas pequeñas aumenta, en detrimento de la de gotas grandes, que disminuye. Esto es consistente con la explicación de la ruptura de gotas grandes veloces rompiéndose en gotas pequeñas por encima de su velocidad terminal.

El hallazgo, más allá de la simple curiosidad, tiene implicaciones prácticas. Los modelos utilizados en los estudios de física de nubes y de precipitación dependen de simplificaciones sobre cómo las gotas de lluvia crecen o se mueven en su caída, por lo que un mejor entendimiento de este tipo de procesos, en los que las gotas interactúan entre sí, puede mejorar los modelos y hacer que estos sean más fiables. Por ejemplo, todos los modelos asumen que las gotas caen a su velocidad terminal correspondiente y ahora se sabe que eso no es verdad.

Al margen de los resultados de esta investigación, el estudio de las gotas de lluvia no está exento de dificultades, empezando por la forma que adoptan esos meteoros en el aire. Aunque suele aceptarse que cuando más pequeña es una gota de lluvia, más esférica es, lo cierto es que a velocidades del orden de la terminal o superiores, las pequeñas gotitas se aplastan en su parte inferior, igual que les ocurre a las muy grandes y más lentas.

Otra cuestión igualmente interesante y compleja es la de la distribución del tamaño de las gotas de lluvia que caen en una cortina de precipitación.

Recientemente, el profesor de la Universidad de Marsella, Emmanuel Villermaux y su colaborador Benjamin Bossa, han publicado su estudio en la revista *Nature Physics*, donde se cuestiona la teoría clásica de colisiones entre gotas. Según han podido filmar estos investigadores, las gotas de menor tamaño serían el resultado de explosiones en vuelo de gotas grandes y no tanto de choques entre gotas distintas y su posterior fragmentación. La teoría ha generado cierta polémica dentro de la comunidad meteorológica, que desde hace tiempo viene aceptando que los tamaños de las gotas vienen determinados principalmente por las colisiones que tienen lugar en el interior de las nubes. El propio profesor Villermaux ha querido quitar un poco de hierro al asunto, afirmando que el hallazgo no ayudará a mejorar la predicción del tiempo atmosférico. En sus palabras: “Es sólo por el placer de comprenderlo.”