

## Ondas tropicales en Canarias

Ricardo SANZ BARAJAS<sup>1</sup>, David SUÁREZ MOLINA<sup>1</sup>

Beatriz DÍAZ FERIA<sup>2</sup>, Rumén MARRERO PÉREZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agencia Estatal de Meteorología, <sup>2</sup>Facultad de Geografía. Universidad de La Laguna

rsanzb@aemet.es, dsuarezm@aemet.es, beatrizdiazferia97@gmail.com, rumarrero23@gmail.com

**Resumen:** Entre los meses de mayo y noviembre se activa el chorro africano del este, uno de los actores principales del monzón africano, junto con la baja térmica sahariana, el monzón (vientos frescos y húmedos del suroeste), el harmatán (alisios cálidos y secos del Sahara), el frente intertropical que los separa, la capa de aire sahariano, la zona de convergencia intertropical y, finalmente, las ondas tropicales o «del este», objetos de este estudio en cuanto que afectan a Canarias. Es conocido que su desplazamiento hacia el oeste influye dinámicamente tanto hacia el sur, por debajo del ecuador, como hacia el norte, hasta latitudes 25°-30°N, donde se encuentra el archipiélago. Sobre él introducen principalmente bandas de nubes medias y altas, que, interaccionando en mayor o menor medida con borrascas atlánticas, a veces, generan precipitaciones y desencadenan tormentas.

**Palabras clave:** chorro africano del este, ondas del este, Canarias, agosto.

### 1. EL CHORRO AFRICANO DEL ESTE

Descubiertas en las primeras décadas del siglo XX con el desarrollo de la aviación, las corrientes en chorro son como pasillos o corredores de vientos muy intensos que fluyen en las proximidades de la tropopausa. Las más rápidas son el chorro polar y el subtropical. Ambas discurren de oeste a este. En la alta troposfera tropical circula, además, el chorro tropical del este, que sopla, como indica su nombre, de este a oeste.

Además de estos chorros en niveles altos, en la troposfera inferior también circulan máximos de viento, llamados «chorros de bajo nivel». Los más pronunciados en las regiones tropicales son el chorro de Somalia y el chorro africano del este.

A escala planetaria, la diferencia entre la radiación solar que reciben los trópicos y los polos se traduce en gradientes térmicos en altura, dirigidos hacia el norte y hacia el sur que, a su vez, generan, también en altura, altas presiones sobre el ecuador. En consecuencia, la fuerza del gradiente de presión resultante produce, en niveles altos, un flujo de aire dirigido hacia los polos que se desvía hacia el este debido al efecto Coriolis. Por esa razón, los vientos en la alta troposfera soplan del oeste en latitudes medias.

El chorro africano del este es una de las estructuras meteorológicas más importantes de la estación estival en el norte de África tropical y la región colindante del Atlántico. Su génesis está relacionada con el vuelco que experimenta en verano el gradiente de temperatura meridional, cuando el ecuador deja de estar más caliente que el desierto del Sahara. Así, en respuesta a los gradientes de temperatura y de humedad en superficie entre el golfo de Guinea y el Sahara, se desarrolla un flujo geostrófico del este muy enérgico: el chorro africano del este. Análogamente, en el sur de África también se genera otro chorro africano del este, pero más débil y solo entre septiembre y octubre, cerca del nivel de 700 hPa (unos 3000 m de altitud), debido al calentamiento de los desiertos de Namib y Kalahari, las regiones desérticas de África suroccidental.

El chorro africano del este, bien definido entre abril y noviembre, adquiere su velocidad máxima, de 10 a 25 m/s, entre junio y septiembre, en la capa atmosférica situada entre 700 y 600 hPa, entre los 13 y 17 grados de latitud norte. Aunque puede alcanzar latitudes más septentrionales, para lo cual las montañas del centro-norte del continente africano (Air, Ahaggar, Jos y Tibesti) juegan un

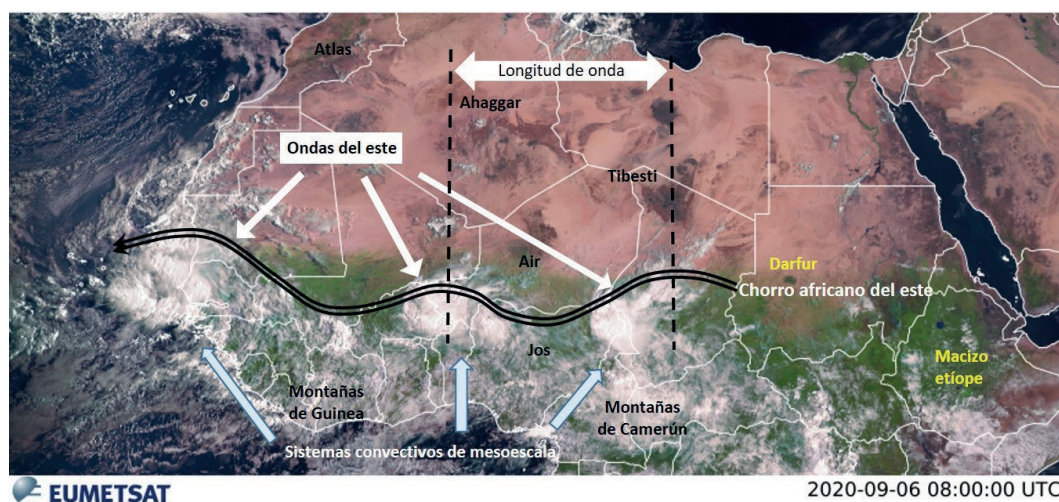


Figura 1. Esquema del chorro africano del este.

papel importante, al perturbar el harmatán con tempestades de ladera, aceleraciones del viento en las laderas a sotavento de esas montañas. De este efecto mecánico de la topografía se derivaría energía para mantener el chorro africano del este en esas latitudes más norteñas y de ahí la importancia que tiene también para la meteorología en Canarias.

## 2. ONDAS TROPICALES O «DEL ESTE»

El flujo del chorro africano no es latitudinal, sino ondulatorio, serpenteante, con perturbaciones, conocidas como «ondas del este» o «tropicales», que se desplazan de este a oeste inmersas en el flujo, a modo de vaguadas invertidas, con aspecto de «Λ». Entre las posibles causas que se barajan para su formación están la inestabilidad interna (barotrópica-baroclínica) en el propio chorro; la existencia de convección corriente arriba, cerca de sus orígenes; la formación de bajas a sotavento del macizo etíope o de las montañas de Darfur, en respuesta al movimiento hacia el oeste de perturbaciones en niveles altos; o el forzamiento extratropical de bajas atlánticas.

La mayor parte de las ondas del este se forman entre longitudes 15°-30°E, en África central u oriental, alcanzan su máxima intensidad cerca de la costa occidental africana (longitudes 0°-10°W) y una vez que han arribado a la costa atlántica, continúan moviéndose hacia el oeste, dentro del flujo de los alisios, inmersas en el flanco sur del anticiclón de Azores, donde tienden a debilitarse. Pero algunas de ellas se intensifican en el Caribe, sobre todo cuando se alinean con zonas de divergencia en niveles altos. Son, en estos casos, precursores de los ciclones más intensos, los huracanes de categorías 3-5 en la escala Saffir-Simpson. En general, aproximadamente el 70 % de los ciclones atlánticos y el 85 % de los huracanes tienen su origen en ondas tropicales. Por otra parte, también pueden interactuar con borrascas extratropicales y causar entradas bruscas de aire muy húmedo en Europa, norte de África y Norteamérica. En África tropical septentrional constituyen el sistema sinóptico predominante en el verano, generando y modulando las precipitaciones.

Como todas las ondas, se caracterizan por su amplitud, en este caso, la extensión latitudinal: 10°-15°, que es máxima en torno a 700 hPa, en la troposfera media-baja, próxima al nivel del chorro, y mínima cerca de 850 hPa; por su longitud de onda: entre 2000-4000 km; por su periodo: 3-5 días, aunque también se han observado ondas intermitentes de periodos de 6-9 días, principalmente al norte del paralelo 15°, con longitudes de onda de alrededor de 5000 km y velocidades de unos 6 m/s.

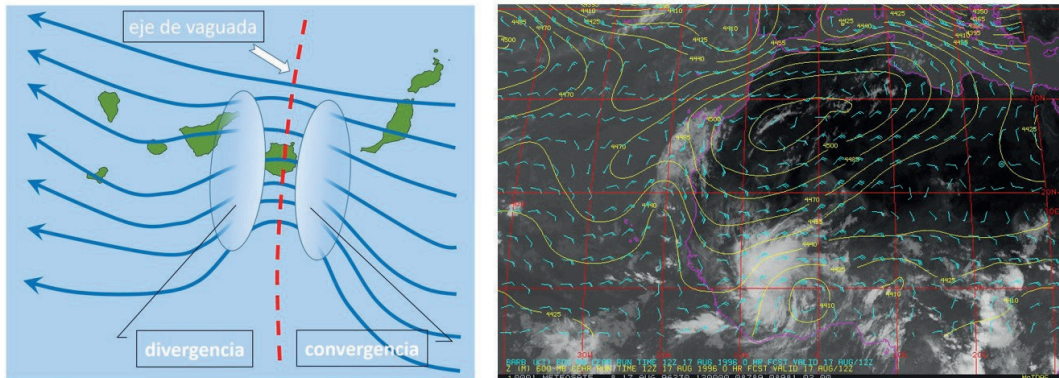


Figura 2. Esquema de una onda del este (izquierda).  
Onda del este del 17 de agosto de 1996 afectando a Canarias (derecha).

Su movimiento hacia el oeste discurre por dos vías, flanqueando el chorro al norte y al sur, con una velocidad de 7-8 m/s, para recorrer diariamente unos 6-7 grados de longitud. El máximo de vorticidad se encuentra cerca de 850 hPa, predominantemente en la vía norte. Y la convección, fuertemente modulada por la humedad atmosférica, la configuración en niveles altos y la topografía, se produce en el lado este de la vaguada, mientras en el oeste de la misma predomina la subsidencia, como puede verse en la figura 2.

Según el Centro Nacional de Huracanes (National Hurricane Center, NHC), anualmente se generan, entre mayo y noviembre, en torno a 60 ondas del este, número que varía poco de un año a otro. Sí hay variaciones, sin embargo, dentro de cada año, siendo más frecuentes entre julio y septiembre.

Los métodos más frecuentes de realizar un seguimiento de las ondas del este utilizan imágenes de satélite, estudiando la convección, patrones nubosos circulares o en forma de bandas; la componente meridional del viento en 850 hPa y 700 hPa; los máximos de vorticidad potencial en superficies isotermas de 315-320 K; los máximos de vorticidad relativa en 850 y 700 hPa, etc.

En este estudio se ha efectuado un seguimiento y conteo de las ondas del este que afectan a Canarias, buscando patrones nubosos circulares o en forma de bandas, así como la componente meridional del viento en 600 hPa. Se han empleado para ello imágenes de satélite del canal infrarrojo (IR10.8 Meteosat), las más apropiadas para identificar nubes medias y altas, y campos de geopotencial y viento en 600 hPa y 700 hPa del reanálisis climático ERA5 del modelo numérico de predicción del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), en el marco geográfico limitado por las latitudes: 0°N-40°N y longitudes: 30°W-20°E, durante el periodo 1990-2020. Además de su identificación y conteo, se ha examinado si producen precipitaciones y tormentas.

### 3. ONDAS DEL ESTE EN CANARIAS

El desplazamiento hacia el oeste de las ondas tropicales influye dinámicamente en áreas situadas tanto al sur como al norte del ecuador. En el norte, la influencia llega a alcanzar latitudes 25°-30°N, donde se encuentra Canarias. Así, entre 1990 y 2020 se han identificado, con la metodología indicada, 180 ondas del este que han afectado a las islas de manera relevante, desde de bandas más o menos deslavazadas de nubes medias y altas hasta sistemas convectivos que han dejado precipitaciones copiosas y tormentas.

En la figura 3 pueden verse resumidos los resultados del trabajo de identificación y conteo. Los diagramas de barras representan, en rojo, el número medio mensual de ondas del este calculado por el NHC para el periodo 2001-2007; a primera vista puede parecer corto, pero hay que tener en cuenta que la variabilidad anual es pequeña. En azul está el número medio anual que afecta a Canarias en

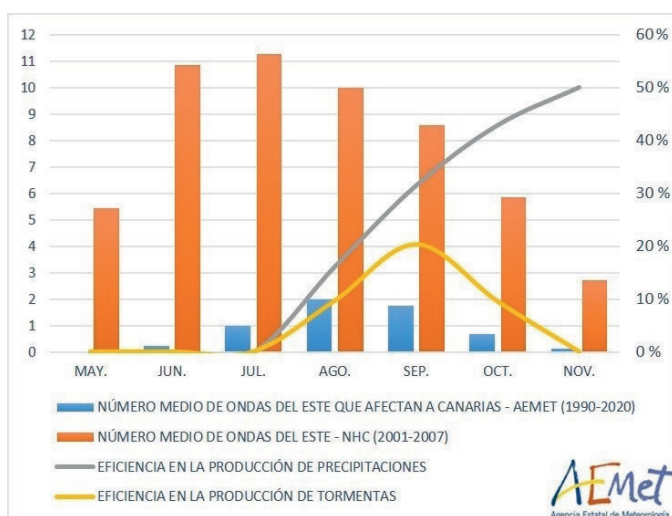


Figura 3. Frecuencia de ondas de este y eficiencia en precipitaciones y tormentas en Canarias.

el periodo 1990-2020. A la vista de los resultados, el NHC realizaría un seguimiento de cerca de 60 ondas del este anuales, solo 5 o 6 de las cuales afectarían a Canarias, principalmente con bandas de nubes medias y altas, como se ha indicado anteriormente. En el gráfico se aprecia que el mes en que se generan más ondas del este es julio, seguido de junio y agosto. Sin embargo, los meses que afectan a Canarias en mayor número son agosto y septiembre.

La figura 3 contiene también dos curvas que hay que interpretar con el eje de la derecha. La curva de color gris representa la eficiencia de las ondas del este en producir precipitaciones en las islas; es casi nula entre mayo y julio y aumenta constantemente desde agosto (16 %) hasta noviembre (50 %). La otra curva, la de color amarillo, representa la eficiencia de las ondas del este en producir tormentas en el área de las islas; de nuevo, es casi nula entre mayo y julio, pero, a diferencia de la anterior, tiene forma acampanada, con un máximo en septiembre (20 %).

Con estas tres características: frecuencia y eficiencia en precipitación y tormentas, septiembre y, en menor medida, octubre, adquieren relevancia en el área de Canarias sobre los demás meses, acumulando, el primero, casi un tercio de los casos, solo por detrás de agosto, con una eficiencia de la precipitación y tormentas del 31 % y 20 %, respectivamente.

La temperatura del agua superficial del mar, que toma su valor más alto en septiembre, junto con una presencia de vaguadas atlánticas en aumento y de ondas del este en el segundo mes más propicio a su llegada a las inmediaciones de las islas, podrían justificar la mayor eficiencia en tormentas de septiembre respecto al resto.

### 3.1. Agosto

Se ha señalado que los meses de septiembre y, en menor medida, octubre, sobresalen sobre el resto en cuanto a frecuencia y eficiencia de precipitación y tormentas de las ondas del este. En el mes de septiembre, dos episodios de interacción de ondas del este con vaguadas atlánticas, fechadas el 4 de septiembre de 1996 y el de 22 de septiembre de 2010, hicieron de esos meses los más húmedos de los septiembrés de los últimos 30 años. También generaron algunos valores récord en la red de estaciones principales, como la precipitación en El Hierro «Aeropuerto» del 22 de septiembre de 2010: 28,8 mm, la mayor acumulación diaria registrada en esa estación, desde 1974, en un mes de septiembre; ese septiembre de 2010 es, a consecuencia de ello, el más húmedo de la serie en esa estación.



Sin embargo, el mes de agosto es el que más llama más la atención por los casos sobresalientes de 2005 y 2015, los dos meses de agosto más lluviosos desde 1961, con una precipitación total que quintuplica la media del periodo 1991-2010, como puede verse en la figura 4. De menor magnitud aunque también relevantes, los meses de agosto de 2002 y 2004, tercero y quinto más húmedos desde 1961, comparten la misma característica que los dos anteriores: todos se encuentran en esas posiciones del *ranking* pluviométrico de agosto gracias a episodios de precipitaciones en cuya generación intervino una onda tropical y el chorro africano del este, desviado hacia el norte de su corredor habitual por el borde occidental de la alta africana en niveles medios.

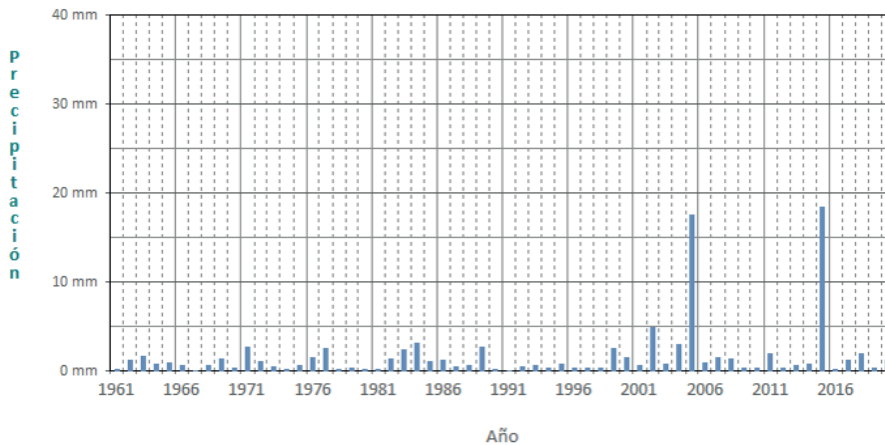


Figura 4. Precipitación total mensual en los meses de agosto en Canarias.

Se van a reseñar muy brevemente las cuatro situaciones meteorológicas que hicieron de los meses de agosto de 2002, 2004, 2005 y 2015, junto con el de 1984, este por causa del alisio, los años más húmedos de la serie con ayuda de la figura 5. Para cada una de las situaciones puede verse, a la izquierda, una representación del viento en 600 hPa (reanálisis climático ERA5 del modelo numérico de predicción del ECMWF) y, a la derecha, las imágenes de satélite del canal infrarrojo (IR10.8 Meteosat), las más apropiadas, como se ha indicado antes, para identificar nubes medias y altas, además de campos de geopotencial y viento en 600 hPa ECMWF-ERA5.

Durante los días 26 y 30 de agosto de 2002 interaccionaron dos ondas del este con sendas danas embebidas en la misma vaguada atlántica. La primera interacción generó precipitaciones sin tormentas en La Gomera, Tenerife y El Hierro; las más copiosas, en zonas de montaña. El día 26 de agosto se registraron en Izaña 46,1 mm, la segunda acumulación de precipitación diaria más alta en esa estación, en un mes de agosto, desde 1916. El episodio del día 30 fue más general, con precipitaciones en La Gomera, Tenerife y El Hierro, y también alguna lluvia débil y aislada en La Palma y Gran Canaria. Izaña fue, otra vez, la estación principal con más precipitación: 13,1 mm.

Las precipitaciones del 26 de agosto de 2004, el quinto agosto más húmedo de la serie, afectaron con tormentas únicamente a las islas orientales, especialmente a Lanzarote, donde dejaron registros en todas las estaciones; la más elevada, en Yaiza-La Geria: 12,5 mm. Sin embargo la estación principal con más precipitación fue Gran Canaria «Aeropuerto»: 3,5 mm, la acumulación diaria más alta en esa estación en agosto, desde 1951.

La situación del 18 de agosto de 2005, el segundo agosto más húmedo desde 1961, generó precipitaciones generales en todas las islas, con tormentas en Lanzarote, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria. Los valores más altos se registraron en cotas altas, como Vilaflor, con 115 mm. Se produjeron acumulaciones de precipitación diaria récord en un mes de agosto en las estaciones principales de Fuerteventura

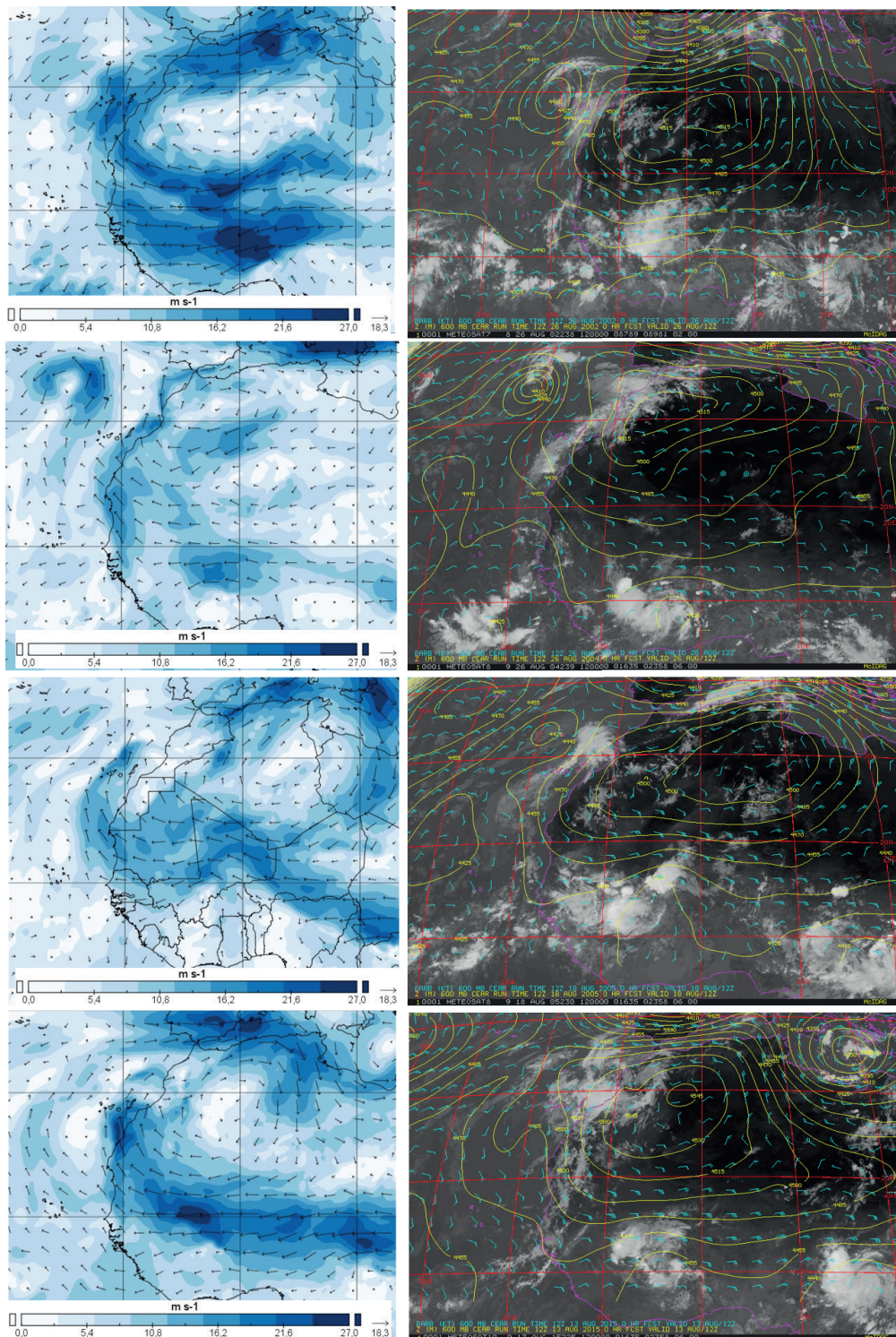


Figura 5. A la izquierda, campo de viento en 600 hPa ECMWF-ERA5. A la derecha, imágenes IR10.8 Meteosat y campos de geopotencial y viento en 600 hPa ECMWF-ERA5.

«Aeropuerto» (2,8 mm, con datos desde 1969), Tenerife Sur «Aeropuerto» (18,5 mm, con datos desde 1980). Además, en ambas estaciones, agosto de 2005 fue el más húmedo de sus series históricas.

El 13 de agosto de 2015, el agosto más húmedo desde 1961, se produjeron, como en 2005, precipitaciones generales con tormentas en Lanzarote, La Palma, Fuerteventura, Tenerife y Gran Canaria. La red de rayos de AEMET registró 1447 descargas eléctricas en el área de Canarias. Se produjeron acumulaciones de precipitación diaria récord en un mes de agosto en la estación principal de El Hierro «Aeropuerto» (8,8 mm, con datos desde 1973); Izaña (59,2 mm, con datos desde 1916); Tenerife Norte «Aeropuerto» (34,0 mm, con datos desde 1941); y Santa Cruz de Tenerife (33,6 mm, con datos desde 1931). En todas estas estaciones, junto con Gran Canaria «Aeropuerto» y La Palma «Aeropuerto», agosto de 2015 fue el más húmedo de sus series históricas.

#### 4. CONCLUSIONES

De las aproximadamente 60 ondas del este que anualmente se generan en África tropical, solo unas 5 o 6 afectan a Canarias, principalmente con bandas de nubes medias y altas.

Los meses en que frecuentan más las islas son agosto y septiembre, con un 34 % y 30 %, respectivamente, del número total de ondas del este que afectan a Canarias.

La eficiencia en producir precipitaciones aumenta de forma continua desde agosto a noviembre, en que la mitad de los casos llega a dar lluvias.

La eficiencia en producir tormentas es máxima en septiembre, con el 20 % de los casos, cuando la temperatura del agua superficial del mar es más alta y la interacción entre vaguadas atlánticas y ondas del este más probable.

Cuatro de los meses de agosto, los de 2002, 2004, 2005 y 2015, se encuentran entre los cinco más húmedos desde 1961; en todos ellos se produjo la entrada de una o varias ondas del este que, generando extraordinarios episodios de precipitaciones, definieron el carácter pluviométrico del mes; llama poderosamente la atención que esos cuatro meses de agosto pertenezcan todos a los últimos 20 años.

#### AGRADECIMIENTOS

A Juan José de Bustos Seguela, Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI), por su amable colaboración en la adquisición y suministro de imágenes de satélite y campos de geopotencial y viento del ECMWF.

#### REFERENCIAS

CANGIALOSI, J. y AVILA, L. Tropical waves, WMO Region IV Tropical Cyclone Workshop. National Hurricane Center. NOAA/NWS. MetEd, [https://www.meted.ucar.edu/sign\\_in.php](https://www.meted.ucar.edu/sign_in.php)

PARKER, D. J. y DIOP-KANE, M. (eds.) (2017). Meteorology of Tropical West Africa: The Forecaster's Handbook. Ed. Wiley Blackwell.