

Scripta Nova

REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES

Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98

Vol. XII, núm. 267, 15 de junio de 2008

[Nueva serie de *Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana*]

EL EFECTO DE LOS TEMPORALES DE VIENTO EN LA LAURISILVA DE ANAGA (TENERIFE. I. CANARIAS). LA TORMENTA DELTA DE NOVIEMBRE DE 2005.

M^a Eugenia Arozena Concepción*

mearozco@ull.es

Pedro Dorta Antequera*

pdorta@ull.es

Josep M^a Panareda Clopés**

jmpanareda@ub.edu

Esther Beltrán Yanes*

estvanes@ull.es

* Dpto. de Geografía. Universidad de La Laguna. ** Dpto. de Geografía Física y AGR. Universidad de Barcelona.

Recibido: 4 de septiembre de 2007. Aceptado: 5 de marzo de 2008.

El efecto de los temporales de viento en la laurisilva de Anaga (Tenerife. I. Canarias). La tormenta Delta de noviembre de 2005

La accidentada topografía del Macizo de Anaga y la localización de la laurisilva en los relieves más expuestos contribuyen a que los daños forestales inmediatos de los temporales sean notorios. La relación de este efecto con la magnitud del vendaval está cada vez más condicionada por el aumento de la madurez del bosque debido al abandono de los aprovechamientos forestales. 18 meses después de la tormenta Delta el bosque evidencia un proceso de autosucesión y el fin del enriquecimiento del sotobosque con especies herbáceas heliófilas. Esta dinámica indica que a medio y largo plazo las consecuencias serán exclusivamente fisonómicas. Tras comprobar la recurrencia histórica de estos fenómenos atmosféricos, el objetivo final de la investigación iniciada con este trabajo es valorar la importancia de los temporales de viento en la dinámica del paisaje forestal de Anaga.

Palabras clave: temporal de viento, laurisilva, dinámica forestal, Tenerife, Anaga.

The wind storm effect in the Anaga's laurel forest (Tenerife. Canary Islands). The Delta storm on november 2005

The Macizo de Anaga's rough topography and the laurel forest location on his highest relief contribute to the notable damage at the forest after wind storm. The relationship between his effects and the wind storm magnitude is conditioned more and more by the forest maturity increase, because the forestry exploitation suspension. 18 months after the Delta tropical storm, the forest shows a self succession process and the end of the undergrowth enrichment with herbaceous and light tolerant species. This dynamic process suggests only a physiognomic wind storm consequence for half and long term. The great aim of the research opened with this work is to evaluate the wind storm significance on the Anaga's forest landscape dynamics, after to check the historic recurrence of this atmospheric phenomenon.

Key words: Wind storm, laurel forest, forest dynamics, Tenerife, Anaga.

A finales de noviembre de 2005 el Archipiélago Canario estuvo afectado de un modo excepcional por la tormenta Delta y las islas más altas del sector occidental del archipiélago soportaron vientos de componente general W con velocidades sostenidas superiores a 100 Km/h. Los medios de comunicación se hicieron eco de los desperfectos que este temporal ocasionó en los núcleos urbanos y en los espacios productivos, industriales y agrícolas, pero se ha sabido poco o nada [1] de sus consecuencias en lugares de escaso riesgo, como los espacios naturales protegidos.

Las consecuencias de Delta en la masa forestal del Parque Rural de Anaga, que integra espacialmente las Reservas Naturales Integrales del Pijaral y de Ijuana, fueron muy variadas en relación con el grado de inclinación del terreno, la proximidad de las cumbres, la orientación, el grado de profundidad del suelo y las características del bosque afectado. Los efectos del temporal de viento han tenido en Anaga tal magnitud que, aunque otros han perturbado previamente este bosque, los agentes forestales de más edad no recuerdan un fenómeno parecido. De modo general se produjo una importante pérdida de follaje, con un aclarado evidente del dosel y un incremento de la luminosidad en el suelo. Con efecto más local hubo numerosos desarraigos y caídas de árboles, a los que se asocian de manera puntual desprendimientos rocosos.

A principios del año 2006 comenzamos esta investigación con los objetivos inmediatos de conocer el alcance espacial del impacto de Delta en el macizo de Anaga y de descubrir los factores diversificadores de su efecto. Pero nuestro interés se centró de modo fundamental en sus consecuencias indirectas, es decir, en la reacción del bosque ante este detonante natural de dinámica forestal. Tras un año y medio de observación, exponemos las características de lo que consideramos una primera etapa de regeneración representada por la respuesta de los componentes del estrato herbáceo. Así, este trabajo incluye los primeros resultados de la investigación sobre el significado de los temporales de viento en la geografía actual del monte verde de Anaga, enmarcada en el proyecto de investigación *Hombre y dinámica del paisaje forestal en Anaga (Tenerife. Islas Canarias): Aprovechamiento y dinámica histórica de los paisajes forestales españoles* [2].

No obstante, aunque Delta ha proporcionado la oportunidad de estudiar la repercusión de los temporales de viento de un modo más sistemático, en este artículo se incorpora también información relativa a la caída de árboles en Anaga como resultado de otro temporal de viento, ocurrido en mayo de 1993 [3].

El macizo volcánico antiguo de Anaga y su laurisilva

La organización espacial de la actividad volcánica a lo largo de la edificación de la Isla de Tenerife es el principal factor diversificador de su topografía y un condicionante de primer orden de la definición del macizo de Anaga como unidad natural de esta isla.

Durante el primer ciclo volcánico se produjo la emisión de las series antiguas –Series I y II, con edades comprendidas entre 15 y 3 m.a. Estas series están constituidas en su mayor parte por secuencias más o menos complejas de coladas basálticas, con abundantes capas volcanoclásticas, intruidas por numerosos domos y diques de fonolitas, traquitas, traquibasaltos y basaltos. Fruto de ese primer ciclo volcánico son los macizos volcánicos antiguos que constituyen el armazón de la isla.

El macizo antiguo de Anaga, situado en el extremo NE de Tenerife, es un edificio predominantemente basáltico, construido por la sucesión de múltiples episodios eruptivos fisurales, de carácter estromboliano, cuyos materiales se emitieron a partir de una directriz dominante NE-SW. La concentración sucesiva de las bocas emisoras en una franja de debilidad de la corteza que sigue esta dirección determinó un crecimiento diferencial que se plasma en una estructura de tejado a dos aguas, con una aglomeración de conos volcánicos en la cumbre, mientras que las laderas se construyen por la superposición de coladas muy fluidas, de largo recorrido y escasa potencia. Un vez que cesan los procesos eruptivos, a finales del Mioceno y principios del Plioceno, comienza el desmantelamiento torrencial y marino de esta estructura que, a penas interferido por la actividad volcánica posterior, continúa hasta la actualidad. Por lo tanto, el relieve actual (figura 1) está definido por la ausencia de formas originales, por su carácter abrupto, con barrancos profundos en laderas muy inclinadas, grandes acantilados costeros y una divisoria principal de aguas bien definida topográficamente, en la que abundan elementos estructurales derivados –diques y necks- que constituyen destacados afloramientos rocosos.

La línea de cumbres tiene una altitud variable entre 650 y 1.020 m, aunque la mayor parte de ella está comprendida entre 750 y 850 m, y sus características topográficas varían a lo largo de su trazado. A pesar de presentar una disposición dominante NE-SW, la divisoria principal presenta un ligero arqueamiento por una curvatura hacia el norte de su sector oriental, por lo que tiene una tendencia general de exposición al NW. Además, su perfil no es uniforme, con tramos de cumbre más amplia, en la que su cota se mantiene en los nudos con las divisorias perpendiculares de carácter secundario, más marcadas hacia la vertiente meridional, que alternan con otros de relieve muy abrupto, en forma de cresta, y que coinciden con las principales cuencas de ambas vertientes.



Figura 1. Localización y características del relieve del Macizo de Anaga

A ambos lados de la divisoria y en gran parte de la vertiente norte es donde el efecto regular del mar de nubes del alisio posibilita la presencia de las masas más continuas de laurisilva, un bosque siempreverde, de nivel arbóreo pluriespecífico –hasta 21 especies forestales–, que muestra caracteres fisonómicos y taxonómicos similares a los de los bosques intertropicales. Se trata de un bosque higrófilo cuya existencia se explica por las excepcionales condiciones de humedad y de regularidad térmica de esta franja altitudinal, que puede vivir en suelos profundos de marcado carácter ándico, con un horizonte orgánico muy continuo y espeso. En gran parte del área forestal del Macizo de Anaga este horizonte húmico constituye la máxima expresión edáfica, pues las fuertes pendientes imposibilitan un mayor desarrollo del suelo. Como resultado de esta conjunción de topografía y ambiente climático, los taxones forestales presentes y su importancia relativa varían al seguir unas pautas generales determinadas por las diferencias térmicas e higrométricas ligadas a la altitud, así como con los cambios edáficos relacionados con la topografía local y con los afloramientos rocosos[4].

En su estado óptimo, el estrato arbóreo, integrado fundamentalmente por planifolios de tipo lauroide, tiene un gran recubrimiento y un elevado porte, mientras que el sotobosque es pobre y está compuesto sobre todo por helechos (figura 2). En estos casos el propio bosque contribuye al ambiente sombrío y húmedo, que favorece la presencia de epifitos, en su mayor parte talófitos. Pero en la geografía actual de la laurisilva de Anaga estas situaciones no son muy abundantes, pues al efecto del ambiente climático, de la topografía y de las variaciones edáficas se le superpone el de los aprovechamientos seculares. Así, desde principios del S. XVI el bosque ha sido una importante fuente de recursos madereros y energéticos y el espacio forestal lo ha sido desde el punto de vista agrícola y ganadero. Esta explotación forestal variable en el espacio y a lo largo del tiempo, aunque continuada hasta muy avanzado el S. XX, ha provocado que, aún hoy, el bosque tenga

unos rasgos fisonómicos, ecogeográficos y corológicos propios de un bosque poco estructurado e inmaduro (figura 3)[5].

Además de las características actuales de la laurisilva, en Anaga se observan evidencias de aprovechamientos más o menos recientes, como los tallares de ericáceas resultantes de la obtención de leña para carbón; abundantes restos de carboneras que funcionaron en diferentes momentos; campos de cultivo abandonados; antiguos descansaderos y áreas de intercambio de productos, así como tocones dispersos relativamente recientes. También, aunque de un modo muy secundario y con escaso significado espacial, a esta inmadurez generalizada contribuyen perturbaciones de origen natural, como las caídas reiteradas de bloques desde escarpes rocosos, que abren pasillos muy nítidos bajo una bóveda entreabierta; la esporádica escorrentía torrencial en las vaguadas, que renueva los ejemplares más jóvenes de los elementos arbóreos; o el efecto ocasional de temporales de viento de cierta intensidad y duración que provocan el desarraigo de algunos árboles y la multiplicación de los que caen por efecto “dominó”.



Figura 2. Laurisilva integrada por árboles planifolios de más de 15 metros



Figura 3. Matorral carbonado de ericáceas con porte inferior a 7 metros.

Caraterización del fenómeno atmosférico de Delta

Las islas Canarias, por su situación latitudinal, se ven afectadas la mayor parte del año por los vientos alisios. Éstos poseen una velocidad constante y, dependiendo de los sectores, podríamos calificar como moderada. La intensidad se incrementa en las crestas y laderas o flancos más expuestos, suponiendo un azote casi continuo al cual la vegetación se encuentra plenamente adaptada.

Pero el archipiélago también recibe temporales de viento con velocidades máximas que pueden sobrepasar los 120 km/h en los observatorios oficiales, es decir, vientos calificados como huracanados, pero previsiblemente superiores en los citados sectores más expuestos. En este sentido, los datos máximos de viento en Canarias y, en Tenerife en concreto, muestran rachas que pueden alcanzar o rozar los 150 km/h, aunque en la alta montaña son muy superiores, registrándose los valores más altos a escala nacional, por encima de los 200 km/h.

En este contexto, el fenómeno de mayor intensidad de viento en el periodo con información meteorológica, es decir, desde que se cuenta de datos instrumentales de anemómetros oficiales, ha sido Delta.

Aspectos generales sobre Delta

El 28 de noviembre de 2005 se vivió en Canarias un episodio de vientos extraordinariamente intensos. En la tarde-noche de esa jornada una tormenta de origen tropical denominada por el Centro Nacional de Huracanes de Miami (NHC) “Delta” pasa al Norte del Archipiélago Canario y al Sur de Madeira (figura 4). Este fenómeno dio lugar, en la mayoría de los observatorios insulares, a las velocidades máximas absolutas de las

series estadísticas disponibles (cuadro 1), razón por la que Delta, realmente, ha supuesto un hito en la climatología reciente de la región.

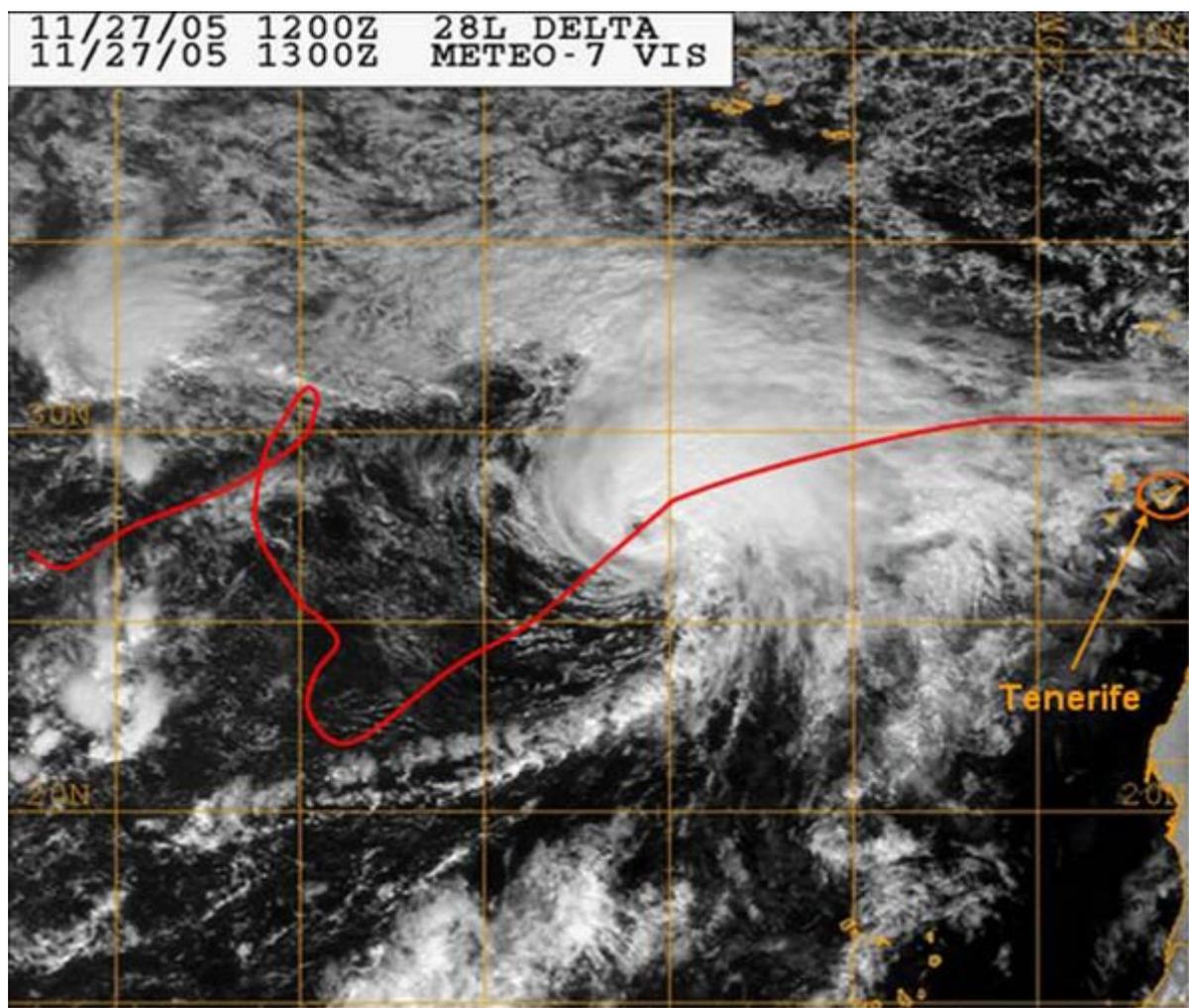


Figura 4. Imagen de la perturbación y de la trayectoria de la tormenta Delta.

Fuente: Eumetsat, modificado

Cuadro 1
Velocidades máximas de viento alcanzadas en Tenerife

Estación	Izaña	Aeropuerto Tenerife Sur	Aeropuerto Tenerife Norte	Santa Cruz de Tenerife
Km/h	248	134	147	162
Fecha	28/11/2005	28/11/2005	28/11/2005	14/12/1975

Fuente: INM

Delta supone, en principio, un fenómeno insólito en las islas porque, *a priori*, el paso de una perturbación de este tipo era algo científicamente inesperado: en teoría los rasgos físicos de las masas de aire que afectan a Canarias y las temperaturas de la superficie marina hacían enormemente difícil el paso de estas perturbaciones por la región. Su paso podría convertirse, sin duda, en una nueva e inquietante amenaza para Canarias. Sin embargo, como señalaremos más adelante, es probable que no sea el primer fenómeno de estas características que llega a las islas.

En cualquier caso, la importancia de Delta en la climatología del archipiélago se hace patente cuando se observan los efectos en el territorio con daños muy severos en todo tipo de infraestructuras, o al constatar el record de viento en Izaña a 2.367 m, alcanzando los 248 km/h, con diferencia el valor máximo registrado en una estación de primer orden dentro de todo el territorio nacional. Asimismo, se trata de la tormenta tropical que se ha acercado más a las islas desde 1851, si atendemos a los datos ofrecidos por el NHC (figura 5), haciendo la número 29 de la temporada 2005, un año especialmente activo en la aparición de ciclones y tormentas tropicales, con 31 perturbaciones en total.

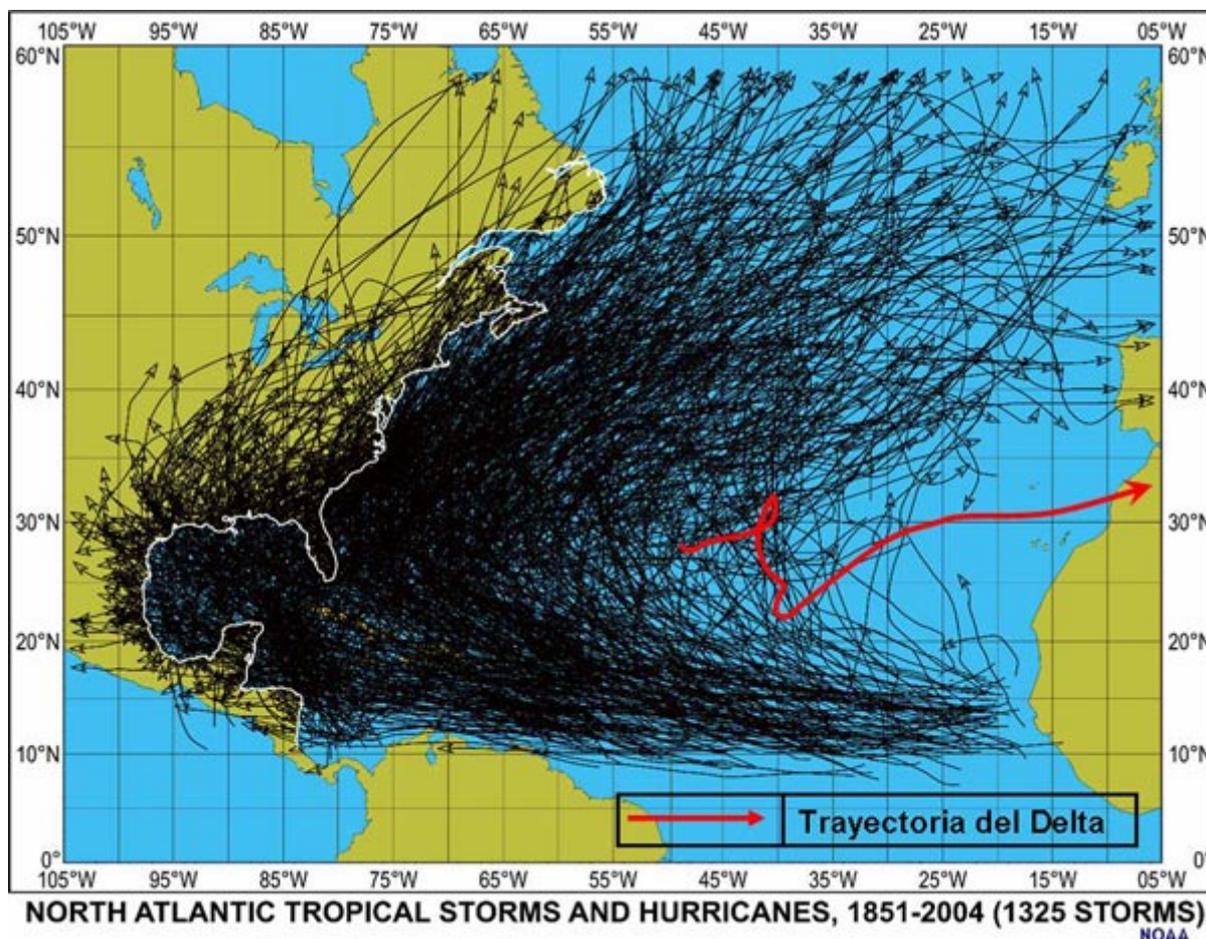


Figura 5. Trayectoria de las tormentas y ciclones tropicales entre 1851 y 2004 y de Delta.

Fuente: NOAA, modificado

Este centro de bajas presiones se formó el 23 de noviembre con unas coordenadas aproximadas de 27°N 47°W, moviéndose primero de manera relativamente errática para dirigirse luego hacia el noreste y posteriormente desplazarse en sentido Oeste-Este ligeramente al Norte de las islas (figura 5), llegando en realidad a éstas como ciclón extratropical[6].

Los momentos de mayor intensidad se registraron entre las 18 y 24 horas del 28 de noviembre, observándose claramente la trayectoria Oeste-Este, de manera que por la tarde se producen las rachas máximas en las islas más occidentales y bien entrada la noche en las más orientales (cuadro 2), las direcciones dominantes fueron del tercer y cuarto cuadrante.

Cuadro 2. Rachas máximas de viento en Canarias al paso de Delta

Estación meteorológica	Velocidad máxima (Km/h)	Hora
Aeropuerto El Hierro	136	18:20
Aeropuerto La Palma	152	20:00

Aeropuerto La Gomera	120	18:48
Aeropuerto Tenerife Sur	134	21:38
Aeropuerto Tenerife Norte	147	21:30
Izaña	248	20:31
Santa Cruz de Tenerife	132	21:30
Aeropuerto Gran Canaria	102	21:00
Aeropuerto Fuerteventura	100	22:30
Aeropuerto Lanzarote	91	24:00
Fuente: INM		

Delta en Tenerife: principales datos

Tenerife posee un relieve de gran entidad y complejidad, constituyendo la isla de mayor altitud del archipiélago. Así, ante los flujos de gran velocidad impuestos por el paso de la tormenta, Tenerife supone un importante obstáculo que modifica localmente las direcciones y velocidades iniciales registradas sobre la superficie del océano. La isla se vio afectada por el flanco derecho de la tormenta, el de mayor fuerza, con rachas máximas generalizadas por encima de los 120 Km/h y previsiblemente superiores o en el entorno de los 150 Km/h en los sectores más expuestos, como es el caso de las cumbres de la isla –como ya se ha visto en Izaña-, algunas áreas a sotavento del flujo dominante como el valle de Güímar[7] y determinados sectores de cresta como los del Macizo de Anaga, espacio en el que se enmarca este trabajo.

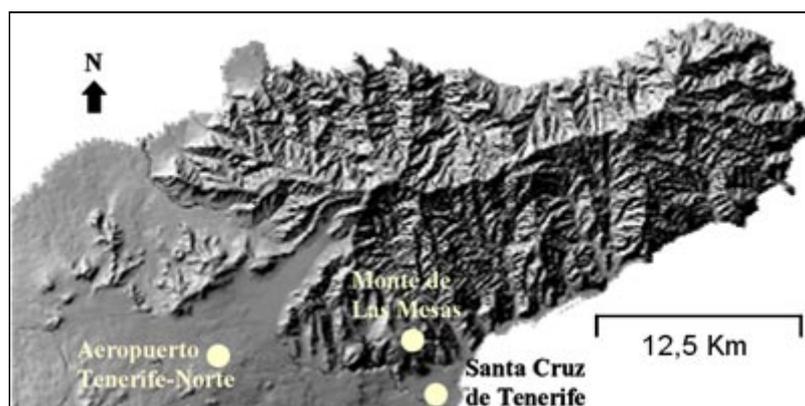


Figura 6. Localización de las estaciones meteorológicas

Los datos de los dos observatorios oficiales, pertenecientes al Instituto Nacional de Meteorología (INM), más cercanos a Anaga -Santa Cruz de Tenerife y el aeropuerto de Tenerife Norte- muestran rachas máximas de 132 km/h y 147 km/h respectivamente. En el valle de Güímar, ya citado, se alcanzaron rachas máximas en torno a 160 km/h [8]. Además, la relevancia del papel del relieve también se puede observar si analizamos algunos datos no oficiales como es el caso de un observatorio del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife situado en el Monte de Las Mesas[9] a 340 m de altitud en las estribaciones meridionales del Macizo (figura 6), algo más cerca de la laurisilva de Anaga en distancia y en altitud y fuera de la influencia de la alta rugosidad que impone la propia estructura urbana, responsable, en general, de la reducción de la velocidad del viento. El valor máximo alcanzado, 209 km/h, aunque no homologable, muestra la dureza que pudieron registrar las rachas máximas a sotavento del relieve y en la línea de cumbre del macizo, como se verá, los sectores más afectados.

En función de todos esos datos, las intensidades estimadas para las áreas de mayor altitud de Anaga, aunque de manera cualitativa, se podrían evaluar al menos en 150-175 km/h., puesto que en los sectores de cresta entre 800 y 1000 metros, el flujo de aire se acelera al tener que circular por una sección más estrecha, pero además aumenta también la turbulencia y la rafagosidad por la gran inclinación del terreno[10] que supone la presencia del Macizo de Anaga, lo que se traduce en mayores efectos sobre el territorio y, en este caso

concreto, sobre el bosque. No debemos olvidar que la distancia entre el mar y la línea de cumbre es de apenas dos kilómetros, lo que implica pendientes muy acusadas por las que ha de ascender rápidamente el flujo de aire.

Esas consecuencias del relieve sobre los movimientos del aire se observan nítidamente en la figura 7, una imagen de satélite en la que se muestran las típicas nubes formadas por las ondas de montaña a sotavento de los obstáculos –en este caso las islas occidentales-, tales como los *altocúmulus lenticularis* y las nubes rotor[11].

Por último habría que señalar que los vigorosos desniveles topográficos de Anaga pudieron dar lugar a intensos torbellinos a sotavento con direcciones de viento muy variables, incluso contrarias a la propia dirección dominante, lo que explicaría la dirección de caída de los árboles en determinados lugares y, sobre todo, la localización de algunos de los espacios más afectados.

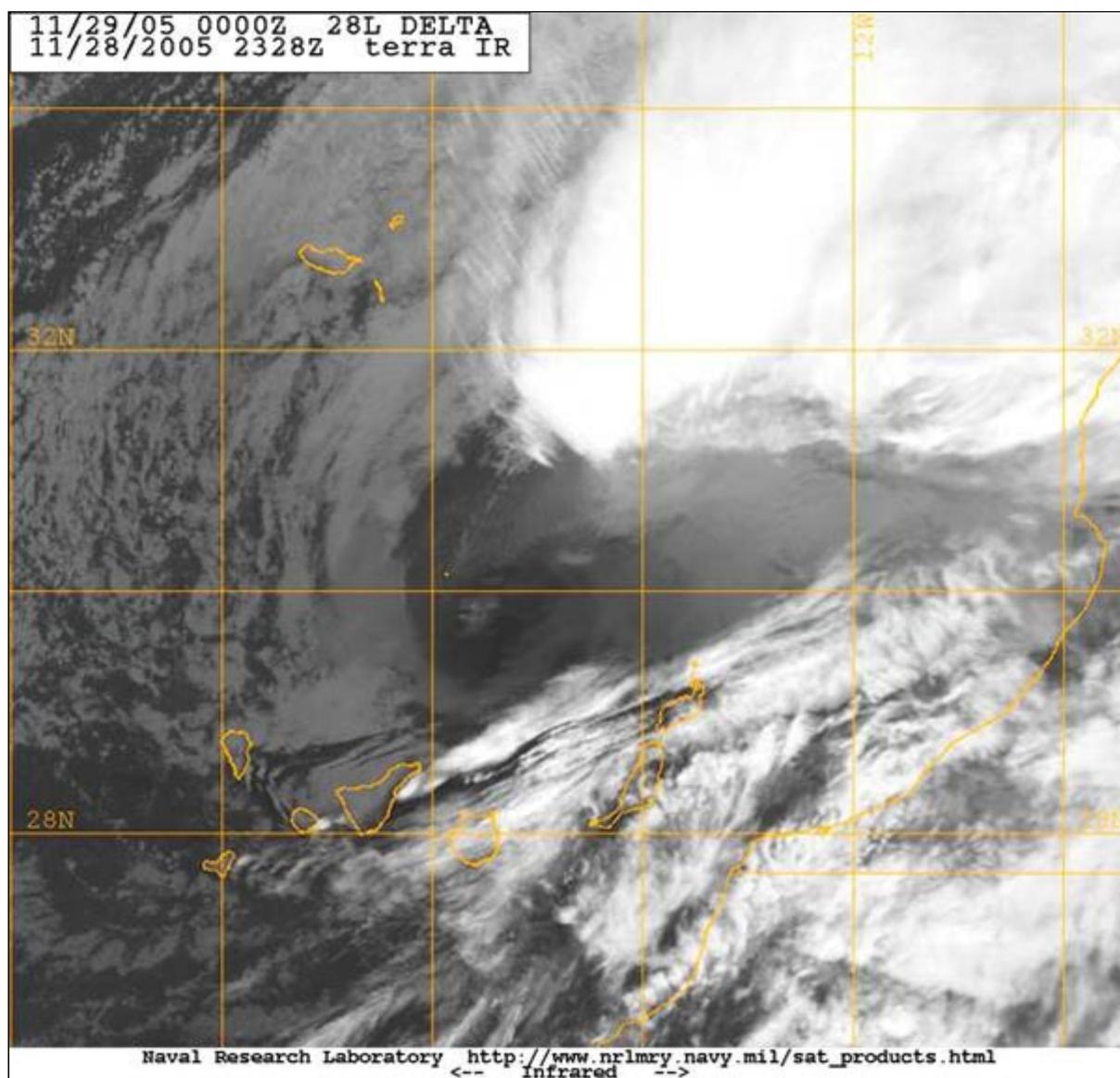


Figura 7. Imagen infrarroja del paso de Delta al Norte de Canarias con la formación de nubosidad lenticular a sotavento.

Fuente: Naval Research Laboratory

Las consecuencias de Delta en el bosque de este sector de la isla de Tenerife podrían calificarse como catastróficas si observamos el elevado número de árboles afectados por el viento o los amplios espacios prácticamente arrasados por la fuerza de los flujos de aire (figura 8). Sin embargo, a pesar de su excepcionalidad, sobre todo en cuanto a su origen más que a su intensidad, debemos indicar que es posible

que en función de los datos numéricos e históricos no sea el primer temporal de viento muy intenso que azota este sector de la isla como ya hemos señalado.



Figura 8. Imágenes del efecto de Delta en el bosque de Anaga.

Delta, ¿fenómeno excepcional?

Después del paso de Delta por Canarias los medios de comunicación, no sólo locales, sino los de todo el país hicieron responsable al cambio climático de una tormenta de estas características en esta parte del planeta. Sin embargo, si investigamos en profundidad y analizamos con rigor los datos, no sólo de tipo numérico, sino también históricos, no es posible afirmar que Canarias no haya sufrido perturbaciones de similar intensidad en el pasado o velocidades de viento comparables. Primero, porque así lo demuestran algunas referencias históricas, como es el caso de diciembre de 1774, el de noviembre de 1826 o, el más reciente, entre el 13 y 15 de diciembre de 1975 y, segundo, porque las series estadísticas son relativamente cortas y con numerosas lagunas[12].

Lope Antonio de Guerra y Peña, Regidor Perpetuo de Tenerife señala, en sus memorias de esta isla, los efectos de un temporal ocurrido en 1774 y, además hace referencia a otro acaecido en el primer cuarto del siglo XVIII:

“El domingo 18 de Diciembre hubo unas copiosas lluvias, y un viento su-este (sic) muy fuerte, que empezó desde las siete de la mañana, y se fue aumentando por grados hasta la media noche, hizo muchos destrozos en la Ciudad, y mayores en otros lugares de la mayor parte de la Isla; echó al suelo muros, paredones, corredores, Lagares, y de algunos no se supo el paradero, destrastejó casas, y abatió algunas, arrancó de raíz muchos árboles, arruinó el muelle de Santa Cruz, anegó parte de las lanchas, y varó una Embarcación Inglesa, y hizo otros innumerables daños, y se dice que es el mayor que se ha experimentado después del de 25 de octubre de 1722” [13].

El de 1826, probablemente el fenómeno meteorológico de más graves consecuencias para las islas, es posible que fuese incluso más intenso que Delta, como lo indican las narraciones y documentos que lo describen. Aunque no contamos con datos, si poseemos información histórica, como la que se encuentra en el archivo municipal de Santa Cruz de Tenerife, en el que se evidencia la fuerza alcanzada por el viento:

“Notorio es que todo el monte de Aguirre único que amparaba los manantiales que surtían de agua a esta Villa ha quedado completamente destrozado, y sus maderas todas, o en las playas o en medio de los barrancos, la cual recogida por varias personas ha rendido crecidas cantidades a sus recolectores; y ya que no se impidió este acaecimiento a su debido tiempo, lo que hubiera dado lo suficiente para atender a otras desgracias hijas de la misma causa, doy parte a Usted de que aún quedan grandes maderos que por su tamaño no se pueden remover, y se están haciendo ya pesebres de ellos: estos son indudablemente de la pertenencia

del Ayuntamiento, y creo nadie está autorizado para tocarlos, y me parece podrían mandarse recoger y beneficiarse por cuenta de este” [14].

El temporal de diciembre de 1975 también alcanzó la categoría de tormenta tropical durante unos días [15] siendo, por tanto, de rasgos similares a Delta como además lo demuestran los datos registrados en Tenerife Norte (139 Km/h) y Santa Cruz de Tenerife (162 km/h), ciudad en la que incluso la racha máxima superó claramente los datos de Delta. Asimismo, y teniendo en cuenta esa analogía entre ambas tormentas, es posible afirmar que el temporal de noviembre 1826 también se originase como tormenta tropical o se podría pensar, incluso, que como ciclón tropical, lo que viene avalado igualmente por el hecho de que el Vince pasara con la categoría de ciclón tropical unos meses antes por las cercanías de Canarias.

Además, en esta línea, la información meteorológica muestra otros temporales de viento no tan intensos pero de fuerza muy considerable. Por ejemplo, si tomamos como referencia las fechas con velocidades máximas de más de 100 km/h en Santa Cruz de Tenerife o Tenerife Norte desde 1970 -período con datos regulares aunque con algunas lagunas- se observan un total de 23 jornadas que se corresponden a 17 temporales, algunos con valores por encima de los 120 km/h, como el 4 de febrero de 1976 o el mismo mes de 1991 y otros de larga duración –con lo que eso supone para la vegetación–, como en marzo de 1974 (cuadro 3). Asimismo, los trabajos de campo han permitido confirmar que con velocidades incluso inferiores los efectos sobre el bosque pueden ser relevantes. Es el caso de mayo de 1993 en el que vientos de algo menos de 90 km/h ocasionaron daños en la cubierta forestal de varios lugares de Anaga.

Cuadro 3
Principales temporales de viento en Anaga (1970-2005)*

Fecha	Racha máxima (Km/h)	Estación
Abril de 1971	104	Tenerife Norte
Marzo de 1974 (I)	108	Tenerife Norte
Marzo de 1974 (II)	108	Tenerife Norte
Diciembre de 1975	162	Santa Cruz de Tenerife
Febrero de 1976	128	Santa Cruz de Tenerife
Enero de 1977	104	Santa Cruz de Tenerife
Enero de 1979 (I)	104	Tenerife Norte
Enero de 1979 (II)	119	Tenerife Norte
Marzo de 1980	119	Tenerife Norte
Febrero de 1986	115	Santa Cruz de Tenerife
Diciembre de 1989	100	Tenerife Norte
Febrero de 1991	133	Tenerife Norte
Enero de 1994	106	Tenerife Norte
Diciembre de 1976	121	Tenerife Norte
Noviembre de 2001	108	Tenerife Norte
Abril de 2002	106	Tenerife Norte
Noviembre de 2005	147	Tenerife Norte

*Existen numerosas lagunas en las series de ambos observatorios a pesar de tratarse de estaciones de primer orden
Fuente: INM, elaboración propia

El efecto de Delta en el área forestal del Macizo de Anaga

El relieve y el estado dinámico del bosque, principales factores diversificadores de la repercusión de Delta.

A partir de la observación de la distribución y de la magnitud de los daños producidos en la masa forestal (figura 9), el impacto provocado por Delta se puede considerar como una perturbación natural con una

notable repercusión en el bosque y en su dinámica. El alcance espacial de este temporal de viento se evidencia a lo largo de toda la línea de cumbres de Anaga, en la que por encima de los 800 m tuvo lugar el efecto mayor y más generalizado de todo el macizo, pues, como ya se ha señalado, debido a su exposición general al NW, el relieve favoreció la aceleración de la masa de aire.

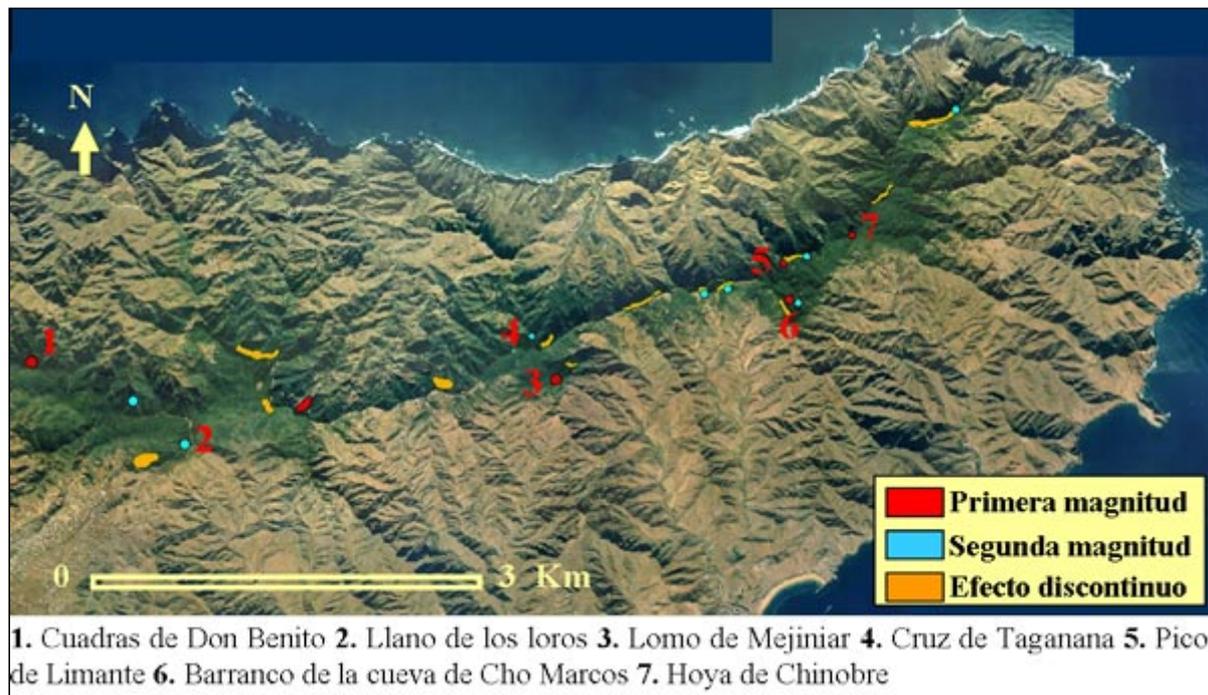


Figura 9. Localización y jerarquía de daños de Delta en la laurisilva de Anaga.

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la localización y el tipo de huellas observadas evidencian que el efecto del viento no fue homogéneo. La organización del relieve inmediato a la cumbre provocó que la velocidad y la energía de la masa de aire fueran mayores en determinados lugares, los de topografía más sobresaliente. Los nudos de los interfluvios con la divisoria principal, sobre todo a sotavento de la dirección dominante del viento durante el temporal, fueron afectados de un modo particular y en ellos se localizan las roturas de la bóveda arbórea más evidentes y de mayor superficie. En las paredes de los roques, la falta de suelo determina la penetración de las raíces en las fisuras de la roca con el consecuente desprendimiento de grandes bloques al desarraigarse los árboles. La combinación entre una gran inclinación del terreno y una orientación adecuada también provocó un incremento de la velocidad del aire que afectó de manera más irregular en superficies relativamente amplias. Por último, el fuerte desnivel de la vertiente de barlovento favoreció la generación de torbellinos de aire muy violentos pero que tuvieron un impacto muy puntual y nítido en algunos lugares de sotavento.

La relación entre el relieve y las características de Delta establece una potencialidad geográfica de los efectos de éste que no corresponde exactamente con la realidad, ya que en las consecuencias de esa indiscutible relación interfieren las características que el bosque presenta en cada uno de los lugares afectados. De modo general, las caídas más masivas de árboles se producen en las laderas de las divisorias de las cuencas meridionales siempre y cuando existe una laurisilva bien estructurada y con un altura mínima de entre 10 y 15 m, como en el sur del Roque de Los Pasos, al sur de Pico de Limante y al sur del Roque de Chinobre (figura 9). Por el contrario, en los tramos en que la divisoria tiene configuración de cresta, con una altitud relativamente uniforme y donde se localizan los caseríos de Casas de La Cumbre y del Bailadero, rodeados por un matorral de entre 3 y 5 m, muy denso, cerrado y de altura homogénea, no se abrieron claros importantes. Esta particular distribución se debe al diferente grado de vulnerabilidad de la cubierta vegetal frente al viento según sus rasgos fisonómicos y el contraste entre éstos se explica por los variados niveles de madurez forestal derivados del desigual aprovechamiento forestal por sectores y de su cese progresivo en la segunda mitad del siglo XX.

Las consecuencias directas de Delta en la masa forestal

El resultado más generalizado del paso de Delta en el monteverde de Anaga fue la pérdida masiva de follaje (figura 10 y 11). Este hecho continuó siendo llamativo incluso hasta finales de la primavera de 2007, pues a través del bosque todavía se pueden observar panorámicas de Anaga con perspectivas que con anterioridad eran inimaginables. La caída conjunta y generalizada de las hojas de árboles perennifolios supone, por sí sola, una perturbación del estado habitual de la laurisilva, tanto por la mayor entrada de luz a los niveles bajos del bosque y al suelo, como por una tasa de acumulación de restos de materia orgánica también mucho mayor a la acostumbrada. Sin embargo, esta consecuencia ha sido apreciable sólo desde el interior de la masa forestal y, por ello y por la progresiva recuperación del follaje, no ha sido tan llamativa como el desarraigo y caída de árboles, a pesar de que éstos han afectado sólo a determinados lugares.



Figuras 10 y 11. Pérdida de importante volumen de follaje y nivel de recuperación del mismo a los quince meses del paso de Delta

Como ya se ha señalado, la combinación de situaciones topográficas más favorables con una fisonomía propia de estados forestales relativamente maduros produjo los impactos de apariencia más desastrosa. A medida que un bosque pluriespecífico como la laurisilva va adquiriendo un mayor nivel de consolidación ecológica, se produce una diferenciación del porte de las especies que integran el estrato arbóreo -de altura superior a los 10 m en la laurisilva-, de manera que algunos de ellos emergen del nivel general del dosel con copas muy abiertas. La existencia de estos árboles sobresalientes y que ofrecen resistencia a la circulación del viento fue la causa de uno de los mayores impactos visuales en la masa forestal (figura 12), pues fueron estos árboles los que se desarraigaron y cayeron a favor de la pendiente. La gran inclinación del terreno favoreció el desplome de otros ejemplares por efecto dominó, así como la rotura de ramas de los situados a los lados de los árboles emergentes. Los claros abiertos en el bosque en estas situaciones tienen superficies variables entre 200 y 700 m² y los huecos suelen tener un marcado desarrollo longitudinal, con el eje mayor orientado a favor de la dirección dominante del viento y de modo perpendicular a las curvas de nivel. Estas dimensiones cambian en relación con el entorno topográfico y con las proporciones de extensión ocupada por la masa forestal más madura en un mosaico de diferentes expresiones de estado dinámico de la laurisilva.



Figura 12. Hueco en el dosel forestal por caída de árboles

Los árboles que crean estos claros son, por tanto, los más altos y su mayor porte puede depender de la edad relativa o de una tasa de crecimiento diferenciada de las especies arbóreas, pues se observa una correspondencia dominante con determinados taxones para sectores concretos. Lo más frecuente es que el detonante sea *Prunus lusitanica*, seguido de muy cerca en importancia por *Laurus azorica*. Existe otro conjunto de especies significativas como precursoras de caídas por efecto dominó en algunos lugares, como *Ilex canariensis*, *Myrica faya* e *Ilex platyphylla*, junto a la que de modo excepcional puede intervenir *Rhamnus glandulosa*. Sin embargo, a la superficie del claro pueden contribuir también especies que alcanzan un porte máximo menor, como *Erica scoparia*, *Erica arborea* y *Viburnum rigidum*, que al no ser casi nunca emergentes en estas situaciones, sólo caen por empuje de las anteriormente citadas.

Estos datos de carácter general coinciden con lo observado como consecuencia de un viento fuerte mantenido durante más de 10 horas en mayo de 1993, aunque no fue considerado como un temporal destacable meteorológicamente en cuanto a las velocidades máximas registradas. En los altos del bosque de Taganana (805 m, orientación Norte y 35-40° de inclinación) se creó un hueco de alrededor de 200 m² por la caída de dos ejemplares de *Prunus lusitanica* de más de 13 m de altura y uno de *Rhamnus glandulosa* de 15 m. En los lados del hueco hay más árboles afectados, que aunque no están arrancados y se mantienen en pie, tienen ramas partidas; entre ellos hay hijas (*Prunus lusitanica*) de 11-12 m sin daño alguno. Se ha constatado, por tanto, una pauta de reincidencia de determinadas especies –sobre todo *Prunus lusitanica*– como agentes precursoras de la creación de claros y el carácter excepcional de otras que no suelen formar parte del dosel, como *Rhamnus glandulosa*.

Los macrofanerófitos de menor altura, concretamente los taxones del género *Erica* y de un modo particular *E. scoparia*, protagonizan otro de los tipos de efecto de Delta. Gran parte de la línea de cumbres de Anaga y su área inmediata está caracterizada fitogeográficamente por un matorral de altura muy homogénea, nunca superior a 5 m, integrado en su dosel por el tejo (*E. scoparia*) y en menor grado por el brezo (*E. arborea*), bajo los que viven ejemplares más jóvenes, principalmente de *Laurus azorica*, *Ilex canariensis*, *Viburnum rigidum* y *Heberdenia excelsa*. Es una formación muy cerrada y con gran densidad de pequeños árboles, rasgos que, unidos a la regularidad de la altura, permiten que el aire no encuentre obstáculo alguno a su circulación, por lo que el efecto del viento ha sido mucho menos importante en extensión y en el número de las especies afectadas.



Figuras 13 y 14. Efectos de Delta en el matorral de Ericáceas.

En estos matorrales homogéneos son frecuentes daños de poca magnitud que van desde la abundancia de ejemplares aislados de *Erica scoparia* descalzados e inclinados, pero no caídos, en lugares de suelos poco profundos (figura 13), a claros de dimensiones variables y bordes muy nítidos en cumbres de sotavento, debidos al desarraigo y caída divergente de árboles (figura 14) y que parecen responder al efecto puntual de pequeños remolinos de viento. El mayor daño, aunque con menor número de casos es el que ha afectado a algún escarpe de los roques más expuestos de la cumbre, como en la cara norte de Pico Limante (figuras 15 y 16). En estas paredes rocosas la especie leñosa más habitual es *Erica scoparia*, -puede convivir a veces con algún ejemplar de *Teline microphylla*-, que organiza matorrales muy discontinuos y claros, integrados por individuos de poco porte. Estos pequeños árboles viven en las acumulaciones de materia orgánica y fracción fina de las fisuras de la red de diaclasas y aprovechan el escaso y discontinuo suelo que se forma en las pequeñas cornisas. El carácter sobresaliente del relieve incrementa en estos lugares la energía del viento, que termina por desarraigar los arbolillos y por desprender bloques de roca, que caen junto con los ejemplares de *Erica scoparia* y que abren pasillos lineales en el bosque inferior, afectando ya a otras especies.

Pero Delta también se hizo sentir en masas forestales constituidas por especies foráneas, entre las que destacan las plantaciones de *Pinus radiata* del área occidental del Parque Rural de Anaga. Aunque se observan con frecuencia pinos caídos dispersos en los bordes de las plantaciones localizadas en cumbres planas, como el pinar del Monte de La Orilla o del Moquinal, el de Las Cuadras de Don Benito es el que muestra el impacto más llamativo (ver figura 9). La magnitud de este daño se debe a la combinación de una serie de factores favorables. Esta masa forestal, que constituye el sector septentrional del bosque de pinos del área del Moquinal, se localiza en una ladera de una inclinación superior a 30°, totalmente abierta al NW, dirección dominante del viento durante Delta. Si su emplazamiento, por sí solo, ya es decisivo para que los daños fueran importantes, la estatura de los pinos, entre 15 y 17 m, contribuyó aún más al desastre producido, a pesar de la elevada densidad de ejemplares que, si bien favorece el efecto dominó una vez se desarraiga algún individuo, sin embargo, contrarresta el efecto directo del viento en el interior de la masa forestal.



Figura 15. Caída de árboles con desprendimientos en Pico Limante



Figura 16. Rotura del bosque por el derrumbamiento

La laurisilva de Anaga 18 meses después de Delta

A lo largo del año y medio transcurrido desde el temporal de viento hasta finales de mayo de 2007, la laurisilva de Anaga ha experimentado pequeños pero significativos cambios de diferente tipo como respuesta a los daños forestales sufridos.

Se han observado dos hechos generales al conjunto del bosque. En primer lugar, y como aspecto más importante, hay que destacar una espectacular regeneración vegetativa de los ejemplares desarraigados y caídos (figuras 17 y 18), independientemente de las especies a las que pertenezcan. Aunque en algunos casos se han secado sus hojas, lo más normal es que permanezcan en las ramas, que éstas modifiquen la dirección de crecimiento, buscando una mayor influencia de la luz, y que las raíces –que han quedado al aire- y las ramas muestren múltiples rebrotes de hasta 1,20 m de longitud. Todo ello indica un mantenimiento de la actividad vital de los árboles, por lo que no se ha producido una pérdida valorable de diversidad florística. Esta capacidad, propiedad característica de las especies de la laurisilva canaria, es particularmente estratégica en *Prunus lusitanica* (figuras 19 y 20), que aprovecha la apertura de claros para reorientar y extender rápidamente sus ramas hacia la fuente de luz y posteriormente acodarse, arraigar y crear un nuevo ejemplar clónico de crecimiento rápido. Aunque este taxon es el más especializado en incrementar su número de ejemplares y su área de distribución por este sistema, ocasionalmente también lo hacen *Ilex platyphylla* y *Sambucus palmensis*.



Figura 17. Rebrotes de raíz en un ejemplar desplomado de *Laurus azorica*



Figura 18. Rebrotes en los troncos en pie de *Erica scoparia*



Figura 19. Rebrotes de *Prunus lusitanica* desde el temporal de viento de 1993



Figura 20. Regeneración vegetativa de *Prunus lusitanica* doce meses después de Delta

Los árboles no caídos también evidencian un incremento de la producción de biomasa en relación con la mayor entrada de luz y a partir de la primavera de 2006 se han observado rebrotes en los troncos de *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Myrica faya*, *Ilex canariensis*, *Ilex platyphylla*, *Laurus azorica* y *Prunus lusitanica* como reacción a la pérdida generalizada del follaje, aunque esta respuesta ha sido más marcada en los bordes de los claros (Figura 18).

En el período de tiempo estudiado, la regeneración por reproducción sexual ha sido mucho menos importante que la vegetativa, hasta el punto que, por lo que se refiere al número de plántulas, no existe gran diferencia entre los claros y el bosque menos afectado, ni en relación con la situación anterior a Delta. Sí que se observan algunos cambios respecto a las especies forestales y la proporción en que se reproducen por semilla después del temporal. Tanto *Viburnum rigidum*, como *Laurus azorica* muestran una gran capacidad de germinación en condiciones normales y la mantienen, e incluso en ocasiones la incrementan, en la semisombra de los claros, donde, junto a *Heberdenia excelsa*, son las primeras en salir. Por ello, lo más llamativo es la existencia, con cierta abundancia, de plántulas y brinzales de *Rhamnus glandulosa* y la

aparición ocasional de ejemplares muy jóvenes de *Prunus lusitanica*, *Erica arborea*, *Erica scoparia* y *Myrica faya*. Por lo tanto, los taxones cuya germinación es favorecida por los efectos del temporal de viento coinciden con algunos de los precursores más frecuentes de los claros. Si además se tiene en cuenta el rápido desarrollo de *Prunus lusitanica* por reproducción vegetativa, se puede considerar que los árboles emergentes y susceptibles de ser desarraigados son los de más edad y los de más rápido crecimiento; precisamente los planifolios primocolonizadores tras perturbaciones con apertura de claros en la bóveda arbórea. Así, se puede hablar de un fenómeno de autosucesión de los elementos arbóreos, respuesta característica de bosques inmaduros florísticamente, aunque con fisonomía de masas forestales relativamente bien estructuradas.



Figura 21. Máximo recubrimiento del estrato herbáceo en un claro de gran superficie

El otro hecho sobresaliente es que se ha producido un notable aumento del grado de recubrimiento y de la riqueza florística del estrato herbáceo. Bajo el dosel arbóreo continuo pero clareado, algunos de los helechos característicos del sotobosque del monte verde han incrementado su número de ejemplares y diversificado su localización, poniendo así de manifiesto su tendencia relativamente heliófila; *Geranium canariense*, *Canarina canariensis*, *Galium scabrum* y *Arisarum vulgare* son también taxones que aumentan su representación. Pero donde el estrato herbáceo ha tenido un desarrollo espectacular ha sido en los claros y en sus espacios circundantes (figura 21), a partir de los que se han podido establecer las pautas principales de una secuencia temporal y de una organización catenal de especies en función del nivel de luminosidad que llega al suelo.

Cuadro 4
Importancia relativa de las especies florísticas en los claros
de la laurisilva de Anaga desde diciembre de 2005 a junio de 2006

Especies florísticas	6 meses	12 meses	15 meses	18 meses
<i>Mercurialis annua</i>	A	A	A	A
<i>Solanum nigrum</i>	+	+	R	+
<i>Pteridium aquilinum</i>	F	F	F	F
<i>Canarina canariensis</i>	R	R	R	F
<i>Galium scabrum</i>	---	R	R	F
<i>Ageratina adenophora</i>	---	R	R	R
<i>Polycarpha latifolia</i>	+	R	R	R
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	R	R	R

<i>Isoplexis canariensis</i>	---	+	+	+
<i>Bystropogon canariensis</i>	---	+	+	R
<i>Teline canariensis</i>	---	+	+	+
<i>Ixanthus viscosus</i>	A	A	F	F
<i>Pericallis apendiculata</i>	F	A	A	A
<i>Cedronella canariensis</i>	+	R	F	A
<i>Hypericum grandifolium</i>	+	R	R	F
<i>Ranunculus cortusifolius</i>	F	---	---	A
<i>Arisarum vulgare ssp. subexertum</i>	---	---	A	A
<i>Phyllis nobla</i>	---	---	R	F
<i>Scrophularia smithii ssp. langeana</i>	---	+	R	F
<i>Viola anagae</i>	---	+	+	+
<i>Carex sp</i>	---	+	+	+
<i>Woodwardia radicans</i>	R	F	F	F
<i>Asplenium hemionitis</i>	R	F	F	F
<i>Rhamnus glandulosa</i>	---	+	R	R
<i>Prunus lusitanica</i>	---	+	+	+
<i>Viburnum rigidum</i>	---	---	R	F
<i>Laurus azorica</i>	---	---	R	F
	Especies herbáceas oportunistas no propias del monteverde			
	Especies herbáceas y arbustivas heliófilas, características de lugares sin bóveda arbórea por sustrato rocoso o por intervención humana			
	Especies herbáceas y arbustivas representativas de monteverde con bóveda arbórea clareada			
	Helechos propios de la laurisilva típica, pero que aumentan su población con el aumento de luminosidad			
	Especies arbóreas propias de la laurisilva			
A: Abundante. F: frecuente. R: Rara, pero con más de 1 ejemplar. +: Un solo ejemplar. ---: ausente.				
Fuente: Elaboración propia a partir de los inventarios fitosociológicos y de los recuentos florísticos realizados.				

En el transcurso de este año y medio se ha producido una progresiva colonización de los claros según la ecología de las especies (cuadro 4). En primer lugar, se ha observado que los taxones más oportunistas comparten cada vez más espacio con las plantas herbáceas del sotobosque de la laurisilva que tienen cierta intolerancia a la sombra, por lo que, aunque *Mercurialis annua* sigue siendo abundante, la importancia relativa de *Cedronella canariensis* y de *Phyllis nobla* es ya bastante mayor en algunos lugares, como Chinobre y Las Cuadras de Don Benito, respectivamente. Además estas especies, con *Pericallis apendiculata*, *Arisarum vulgare ssp subexertum*, *Scrophularia smithii ssp langeana* y los helechos *Woodwardia radicans* y *Asplenium hemionitis*, siempre han tenido igual o más importancia que el conjunto de taxones característicos de lugares con monteverde sin bóveda arbórea. Estos hechos, apoyados por el poco llamativo pero progresivo aumento de la proporción del arbusto *Hypericum grandifolium* y por el gran recubrimiento alcanzado ya por el sotobosque en los claros, permiten suponer que el número de especies herbáceas heliófilas va a comenzar a disminuir en algunos lugares. Así, de modo general, se puede considerar que ha finalizado la fase de incremento de la riqueza florística del sotobosque como consecuencia del efecto de Delta en la laurisilva, aunque el ritmo y la velocidad en que desaparezcan las especies más oportunistas será variable y dependerá de las dimensiones del claro, de la humedad del lugar, del banco de semillas, etc. Con respecto a las especies arbóreas, se observa que al año de la tormenta ya hay plántulas de las más heliófilas y que a los 15 meses ya hay germinaciones de las propias de los ambientes de semisombra.

La llegada de luz al suelo tiene también un efecto fitogeográfico. En los claros y en su entorno inmediato se reconocen dos situaciones ecológicas: la de la proyección del claro, caracterizada por el máximo grado de luminosidad y durante la mayor parte del día, y la de la transición del claro, en el contacto con el conjunto de árboles que se han mantenido en pie, al que la luz directa sólo llega al suelo en determinadas horas del día y

puede estar más o menos tamizada[16]. Lógicamente, las especies oportunistas y de mayor grado de heliofilia son las que caracterizan el área de proyección del claro y, como hemos visto, la duración de su protagonismo en ellos es, como mínimo, de un año y medio. Sin embargo, el área de transición presenta unas características variables y éstas dependen de las condiciones de humedad del lugar, de la composición del banco de semillas, y, sobre todo, de la dimensión del área de proyección y del grado de nitidez del borde del claro.

Bajo la bóveda arbórea que rodea los claros lo más común es la presencia de algún ejemplar aislado de especies oportunistas, sobre todo de *Mercurialis annua*, de plántulas y pequeños brinzales de las especies arbóreas *Laurus azorica*, *Viburnum rigidum*, *Heberdenia excelsa* y, en menor grado, *Prunus lusitanica* y *Rhamnus glandulosa*, así como extensiones de ramas de individuos de *Prunus lusitanica*. Pero lo más destacable es la abundancia de *Pericallis appendiculata*, que demuestra así su moderada heliofilia, pues está ausente en el bosque no afectado y sólo se encuentra en el área de proyección cuando crece a la semisombra de especies más heliófilas y de mayor porte. Este taxon es, por tanto, característico del área de transición, y convive con los de contrastada fenología *Geranium canariense* y *Convolvulus cortusifolius*, propios de situaciones forestales con dosel algo traslucido. Asimismo destacan algunas especies herbáceas que también se pueden encontrar en el área forestal no influida por el claro, como *Canarina canariensis* y los helechos *Asplenium hemionitis* y *Woodwardia radicans*. Estos rasgos propios del área de transición pueden ser similares a los de la de proyección del claro donde la extensión de ésta es pequeña o donde la acumulación de troncos caídos y las ramas y rebrotes de éstos impiden que la luz directa llegue al suelo en gran parte de la superficie, como ocurre en la mayor parte de los sitios en los que los daños de la tormenta han sido de magnitud media o de carácter discontinuo (figura 22).

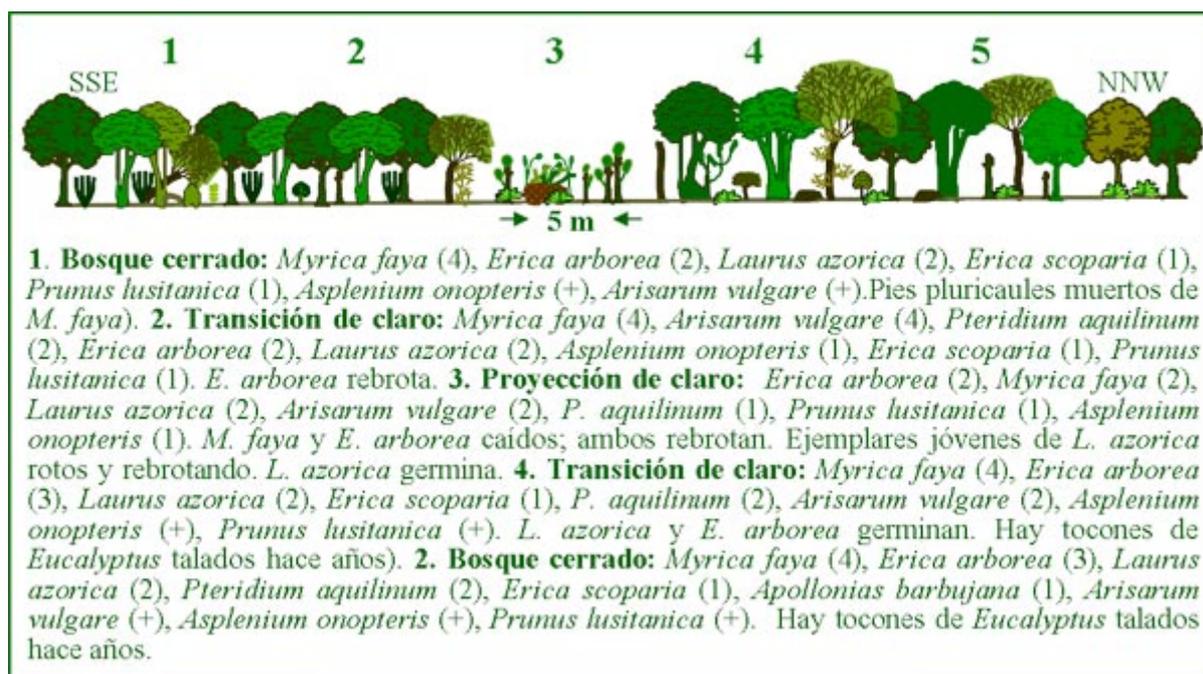


Figura 22. Catena del entorno de un pequeño claro de Delta sobre antiguos bancales agrícolas. Cercanía del Llano de los Loros.

Fuente: Elaboración propia

El área de proyección del claro es la que tiene casi siempre una mayor riqueza florística y un mayor recubrimiento de los estratos inferiores. En ella se concentran y tienen un gran protagonismo las especies más oportunistas, si bien su importancia relativa varía. *Mercurialis annua* está presente en la mayor parte de los casos, y tiende a ser la dominante, como en el desprendimiento de Limante o en el descansadero de Las Vueltas de Taganana. Pero en determinados lugares tiene un papel muy secundario frente a otras especies, como *Cedronella canariensis* y *Pteridium Aquilinum* en Chinobre (figura 23), *Phyllis nobla* en las Cuadras de D. Benito, o *Arisarum vulgare* junto al Llano de Los Loros. Además de estas plantas aparecen ejemplares jóvenes de *Hypericum grandifolium* y es frecuente encontrar en un primera fase alguna plántula de *Rhamnus glandulosa* o de *Prunus lusitanica*, a las que después se añaden las de *Viburnum rigidum* y *Laurus azorica*.

Pero, junto a la explosión de la germinación, llama la atención la importante regeneración vegetativa de los árboles desarraigados y caídos, cuyos brotes de raíces, troncos y ramas, sobre todo de *Prunus lusitanica*, tienden a llenar de manera más o menos rápida el vuelo vacío del bosque. Donde la interrupción de la bóveda arbórea no es nítida y donde existen árboles rotos que se han mantenido en pie, se pueden observar rasgos similares en el área de transición del claro. Como se deduce de la secuencia temporal ya expresada, esta distribución particular de las plantas herbáceas en las áreas en que han caído árboles irán desapareciendo progresivamente y perdurarán más la que corresponde a los arbustos y a las especies forestales.



Figura 23. Contacto entre el gran claro de La hoyo de Chinobre y el bosque inmediato.

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones finales y perspectivas de futuro

La información de las fuentes meteorológicas y de las referencias históricas sobre el efecto de temporales de viento, así como las características del bosque, indican que en Anaga los fenómenos como Delta no constituyen episodios tan excepcionales ni desastrosos como cabría pensar.

Muchas estructuras y dinámicas de comunidades vegetales, consideradas en equilibrio con el ambiente climático, tienen una estrecha relación con situaciones extraordinarias. Mientras que los valores meteorológicos medios constituyen el marco del funcionamiento del sistema natural, son los extremos los que condicionan la dinámica general, no sólo episódica, con su repetida perturbación. Por ello es muy interesante la investigación acerca de la relación entre los desórdenes de origen natural, como temporales de viento y/o de lluvia, desprendimientos, etc., y las características de la vegetación.

Es necesario llevar a cabo estos estudios de manera global, pues una consideración sectorial de los efectos de los temporales de viento no permite valorar con exactitud sus consecuencias ni profundizar en los rasgos de la dinámica forestal. En concreto, es preciso tener en cuenta las características del fenómeno meteorológico y considerar que el relieve puede atenuar, potenciar e incluso redimensionar los efectos del viento. Así mismo, las consecuencias son claramente diferentes en función del tipo de vegetación, de su masa y extensión, de su estructura vertical y de su composición florística, que a su vez se relacionan con condicionantes climáticos y edáficos, y, sobre todo, con la historia de los aprovechamientos forestales, agrícolas y ganaderos. La tormenta Delta, de noviembre de 2005, ha proporcionado la oportunidad de estudiar con detalle la magnitud del efecto de sucesos como éste en los sistemas naturales, en el contexto general de la laurisilva canaria y en una topografía como la del Macizo de Anaga.

A partir de la realización de este estudio, podemos considerar que la dinámica de regeneración de los claros producidos por temporales de viento es rápida, por lo que los efectos reales no se corresponden con la importancia que pueda dar a entender una primera observación. Así mismo, la heterogeneidad del paisaje forestal de Anaga parece estar muy condicionada por este tipo de temporales, y dado que su periodo de recurrencia es relativamente bajo, se puede afirmar que en el futuro constituirán un factor esencial para la dinámica de este paisaje vegetal. Su incidencia podría ser mayor aún si consideramos que la laurisilva tendrá una explotación escasa o nula, a causa de la estrategia de la sociedad actual basada en la protección de estos espacios. La existencia a medio y largo plazo de un bosque con árboles de mayor talla y en situaciones de senectud aumenta la probabilidad de caídas masivas de éstos, incluso ante fenómenos meteorológicos y geomorfológicos de menor magnitud.

Se puede aplicar a la laurisilva de Anaga la idea de Ayala-Carcedo acerca de que los sistemas naturales “están acostumbrados a fenómenos meteorológicos violentos como resultado de un largo proceso de coevolución”^[17], pues el paisaje vegetal organizado por espacios de diferente nivel de madurez forestal es el que concuerda con un ambiente climático en el que estos fenómenos son recurrentes y con la topografía de Anaga. No obstante, estas ideas no son aplicables a la dinámica general del paisaje de la laurisilva canaria, pues se trata de un matiz propio del bosque de Anaga, debido a la geografía particular de este macizo volcánico antiguo.

En este estudio se han establecido las bases para calibrar el carácter extraordinario, pero no excepcional, de la llegada a Canarias de este tipo de fenómenos meteorológicos adversos, para conocer los procesos de regeneración y de dinámica del bosque en una primera etapa y para valorar los efectos reales de Delta en el paisaje vegetal. En este sentido, se trata de una aproximación geográfica a la valoración de la recurrencia en el tiempo y del alcance de los temporales de viento en la laurisilva. Con el objetivo de comprobar las hipótesis expuestas, es nuestra intención continuar con el seguimiento de la evolución de la vegetación en sectores altamente perturbados por Delta, así como abordar el estudio climático de fenómenos meteorológicos similares que puedan ocurrir en el futuro, y el biogeográfico de sus consecuencias en el bosque.

Notas

^[1] Coincidiendo con la finalización de la redacción de este trabajo fue publicado el artículo “Efectos y repercusiones de la tormenta tropical Delta en los bosques de Anaga (Tenerife), de Luis Glez., M.; Fdez.-Pello, L. y Quirantes Glez., F. (*Ería*, 71, 2006, p.: 253-268).

^[2] SEJ2006-15029-C03-03. Plan Nacional I+D+I. Subproyecto integrado en el proyecto coordinado *Dinámica Histórica de Paisajes Forestales y Sostenibilidad. Estudio de casos en las montañas españolas*.

^[3] Datos obtenidos en trabajo de campo conjunto de M^a Eugenia Arozena y Esther Beltrán con los ecólogos vegetales José M^a Fdez. Palacios y José Ramón Arévalo.

^[4] Ferreras y Arozena, 1987, p. 296.

^[5] Arozena, 2006, p. 342.

^[6] Martín, 2006, p. 25

^[7] Álvarez y Vernière, 2006.

[8] Ibidem

[9] Observatorio perteneciente a la red municipal que forma parte del Centro Coordinador de Emergencias Municipal (CECOPAL)

[10] Martín Vide, 1991, p.136.

[11] Ibidem, p. 136. Este proceso está ampliamente desarrollado en ÁLVAREZ Y VERNIÈRE (2006) para el caso del valle de Güímar en el sur de la isla.

[12] Incluso durante el paso de Delta el corte de fluido eléctrico que se produjo en una gran parte de Tenerife dio lugar a la pérdida de datos en las estaciones automáticas del INM (MARTÍN, 2006, 67)

[13] Guerra y Peña, Lope Antonio (de la) (2002): *Memorias. Tenerife en la segunda mitad del siglo XVIII*. Estudio y notas de Enrique Roméu Palazuelos. Ediciones del Cabildo de Gran Canaria. P.: 341.

[14] Carta de Matías del Castillo Iriarte al Alcalde de Santa Cruz de Tenerife de 12 Noviembre de 1826. Archivo Municipal de Santa Cruz de Tenerife.

[15] Martín, 2006, p. 93.

[16] Arévalo y Fdez. Palacios, 1998 y 1999.

16 Ayala Carcedo, 2002, p. 93.

Agradecemos la colaboración a este trabajo proporcionándonos información relativa al momento del temporal de viento y a la localización de algunos sectores dañados a Sebastián Martín Pérez, Eduardo González Pérez, Gregorio Delgado Alonso, Luís Martín Marrero y Marcos Hernández Suárez, responsable y guardas de la Unidad de Montes del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife. Asimismo agradecemos a Benedicta Rivero Suárez por suministrarnos parte de la información histórica.

Bibliografía

ÁLVAREZ, L. y VERNIÈRE, R. “Evaluación preliminar del modelo MM5 frente a experimentos numéricos en “terreno complejo”, para la isla de Tenerife, durante la Tormenta Tropical Delta, II Parte: Turbulencia inducida a capas bajas, asociadas con Ondas de Montaña”. 2007, *RAM*, nº40.

ARÉVALO, J.R. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. Treefall gap characteristics and regeneration in the laurel forest of Tenerife. *Journal of Vegetation Science*, 1998, vol.9, p.297-306.

ARÉVALO, J.R. *et al.* Tree regeneration and future dynamics of the laurel forest on Tenerife, Canary Island. *Journal of Vegetation Science*, 1999, vol.10, p.861-868

ARÓZENA, M.E. La incidencia del camino real de Las Vueltas en el Monteverde de Taganana. Tenerife. Islas Canarias. Aplicación de la dinámica forestal a la geografía de la vegetación. *III Congreso Español de Biogeografía*. Vitoria. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 2006, p.335-342

AYALA-CARCEDO, F. Funciones ecológicas, económicas y evolutivas de los desastres y calamidades naturales. En AYALA-CARCEDO Y OLCINA. *Riesgos Naturales*. Barcelona, Editorial Ariel 2002, p. 89-101.

DORTA, P. Catálogo de riesgos climáticos en canarias: amenazas y vulnerabilidad, *Geographicalia*, 2007, en prensa.

FERRERAS, C. y AROZENA, M.E. *Los bosques. Guía Física de España*. 1ª ed. Madrid. Alianza Editorial, 1987. 394 p.

GUERRA Y PEÑA, L.A (de la) (2002): *Memorias. Tenerife en la segunda mitad del siglo XVIII*. Estudio y notas de Enrique Roméu Palazuelos. Ediciones del Cabildo de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. 781 p.

MARTÍN, F (coord.) Estudio de la tormenta tropical "Delta" y su transición extratropical: Efectos meteorológicos en Canarias (27 a 29 de noviembre de 2005), 2006. Nota técnica del Instituto Nacional de Meteorología.

LUIS, M., FERNÁNDEZ-PELLO, L. y QUIRANTES, F. Efectos y repercusiones de la tormenta tropical Delta en los bosques de Anaga .Tenerife, *Ería*, 2007, vol., 71 p.253-268.

MARTÍN VIDE, J. *Fundamentos de Climatología Analítica*. 1ª ed. Madrid: Editorial Síntesis, 1991, 157 p.

VERNIÈRE, R.; ÁLVAREZ, L. y GRACIA, P. Evaluación preliminar del modelo MM5 frente a experimentos numéricos en “terreno complejo”, para la isla de Tenerife, durante la Tormenta Tropical Delta. I Parte: Activación del esquema “Tropical Cyclone Bogussing” y valoración de la Capa Límite Planetaria (PBL)”. *RAM*, 2006, nº 38.

ARCHIVO MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.

http://www.nhc.noaa.gov/pdf/TCR-AL292005_Delta.pdf

http://www.nrlmry.navy.mil/tc-bin/tc_home2.cgi

http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=13269

<http://www.meteored.com/ram/numero40/modelo-mm5-tenerife.asp>

<http://meteored.com/ram/numero38/evaluacion-modelo-mm5.asp>

http://www.nrl.navy.mil/sat_products.html

© CopyrightMª Eugenia Arozena Concepción, Pedro Dorta Antequera, Josep Mª Panareda Clopés, Esther Beltrán Yanes, 2008.

© Copyright *Scripta Nova*, 2008.

Ficha bibliográfica:

AROZENA, M. E.; DORTA, P.; PANAREDA, J. M.; BELTRÁN, E. El efecto de los temporales de viento en la laurisilva de Anaga (Tenerife. I. Canarias). La tormenta Delta de noviembre de 2005. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de junio de 2008, vol. XII, núm. 267 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-267.htm>>. [ISSN: 1138-9788].



[Índice de Scripta Nova](#) [Menú principal](#)