

ANÁLISIS DE MASAS NUBOSAS: CASO DE UNA TORMENTA CON DESCARGA DE GRANIZO

Por J. L. Sánchez (1)
A. Castro (1)
M. L. Sánchez (2)

INTRODUCCION

Las descargas de granizo originan graves pérdidas en la agricultura, que según datos del propio Ministerio de Agricultura son del orden del 2 % del Producto Nacional Agrario. Por esta razón, desde 1974 se han ido poniendo a punto en diversas regiones españolas, distintos sistemas de defensa (las llamadas acciones de lucha antigranizo), en un intento de disminuir los daños ocasionados ^{11, 12}.

Sin embargo, aunque en líneas generales dichos sistemas se han mostrado eficaces ^{6, 9}, también lo es, que en la mayoría de los casos, ha resultado una labor compleja ^{4, 5, 13}.

Dichos sistemas de evaluación se basan en la comparación de dos muestras estadísticas correspondientes a variables afectadas por actuaciones de siembra. Sin embargo, debido a lo costoso y complejo de realizar tomas de datos, en algunas ocasiones, se hace muy difícil poder evaluar la efectividad ya que se desconoce el comportamiento de tales variables en periodos anteriores a la implantación de los sistemas de defensa.

Por esta razón, el Ministerio de Agricultura ha fomentado en los últimos años y en los Proyectos de lucha antigranizo que efectúa, la realización de una toma de datos que más tarde ofrece a grupos de investigadores de algunas Universidades, al objeto de evaluar la efectividad del sistema utilizado.

Desde el verano de 1984, se viene desarrollando en una parte de la provincia de Zaragoza un Proyecto de siembra de núcleos de AgI mediante la utilización de algunos aviones convenientemente equipados. Además, el Centro operacional cuenta con un sistema de toma de datos para el control y seguimiento de las masas nubosas que atraviesan la zona de estudio que excede con mucho los límites de dicha provincia ya que cubre el área correspondiente a un círculo de radio 160 km con centro en Zaragoza.

(1) Dpto. de Física, Química, y Exp. Gráfica, Univ. de León

(2) Depto. de F. Aplicada I, Universidad de Valladolid

Por esta razón, hemos podido estudiar y analizar a lo largo de los veranos de 1984 y 1985 más de 1.000 tormentas. De entre todas ellas, hay afortunadamente, un pequeño grupo que destaca por la intensidad de las precipitaciones a que han dado lugar. En este trabajo presentamos como ejemplo el seguimiento efectuado a la que se desarrolló en la zona de Lérida y que dió lugar a una fuerte descarga de granizo, produciendo daños de más de 300 millones de pesetas. Con ello queremos mostrar las características típicas de las masas nubosas que dan lugar a este tipo de precipitaciones.

MATERIAL Y METODOS

1.- *Material*

En el Centro de Operaciones de Zaragoza, hemos dispuesto del siguiente equipo:

a) Para la observación de las masas nubosas hemos contado con un radar meteorológico INTERPRISE de 250 Kw de potencia y de las siguientes características técnicas:

- Frecuencia de 5655 (\pm 170 MHz), (banda C).
- Longitud de onda de 5.5 cm.
- Frecuencia de repetición de impulsos de 250 Hz.
- Duración de los impulsos de 2 microsegundos.

Para una mejor operatividad, hemos trabajado en la escala que hace que puedan visualizarse sobre las pantallas del radar, todas las masas nubosas que se desarrollen en un círculo de 160 km alrededor del Centro de Zaragoza.

Asimismo, el radar utilizado, permite hacer barridos en horizontal con cualquier ángulo (aunque lo habitual es hacerlo con elevaciones de 3.º) y también la posibilidad de efectuar cortes verticales en aquellos puntos de la masa nubosa que se desee (normalmente donde la reflectividad alcanza sus valores máximos). A estos tipos de corte se les conoce con el nombre de PPI y PHI respectivamente.

b) Hemos utilizado un ordenador DETREK con cabezal ZILOG-80 para la digitalización de la señal proveniente del radar así como para el cálculo de la variable reflectividad (que es la que acapara la mayor atención en el estudio de los procesos de precipitación atmosféricos) y para el almacenamiento de toda la información.

2.- *Métodos utilizados: tratamiento de datos*

La señal que viene del radar, es digitalizada con ayuda de un convertidor analógico digital e introducida a la entrada de un microprocesador. Con ayuda del «software», hemos podido conocer la reflectividad que presentan los ecos recibidos (medidos en dBz).

Ahora bien, a la hora de presentar los datos una vez procesados, al formato más conveniente, es el que nos representa en un diagrama, no la reflectividad de cada punto de la masa nubosa, sino los contornos que encierran niveles iguales o superiores a un valor dado. Viene a ser similar a las curvas de nivel de los mapas topográficos.

Habitualmente, cuando se trata de masas nubosas de tormentas veraniegas, se utilizan como contornos, los correspondientes a los de 10, 35, 45 y 55 dBz^{2,3,1}. Esto es debido a varias razones. El contorno de los 10 dBz marca el límite activo de la masa nubosa. Los

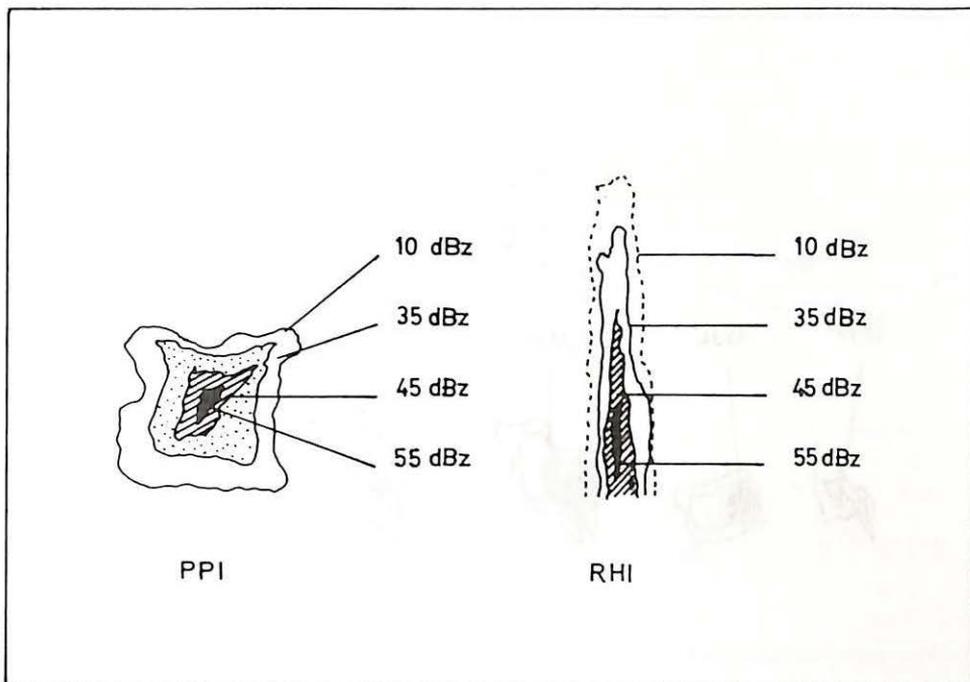


Fig. 1.- Contornos de reflectividad.

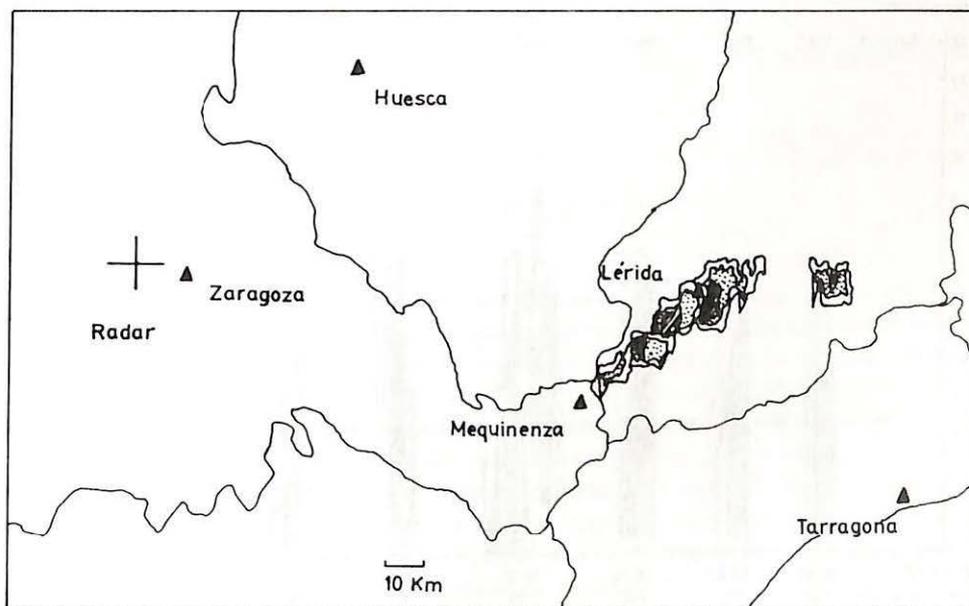


Fig. 2.- Localización geográfica de la tormenta.

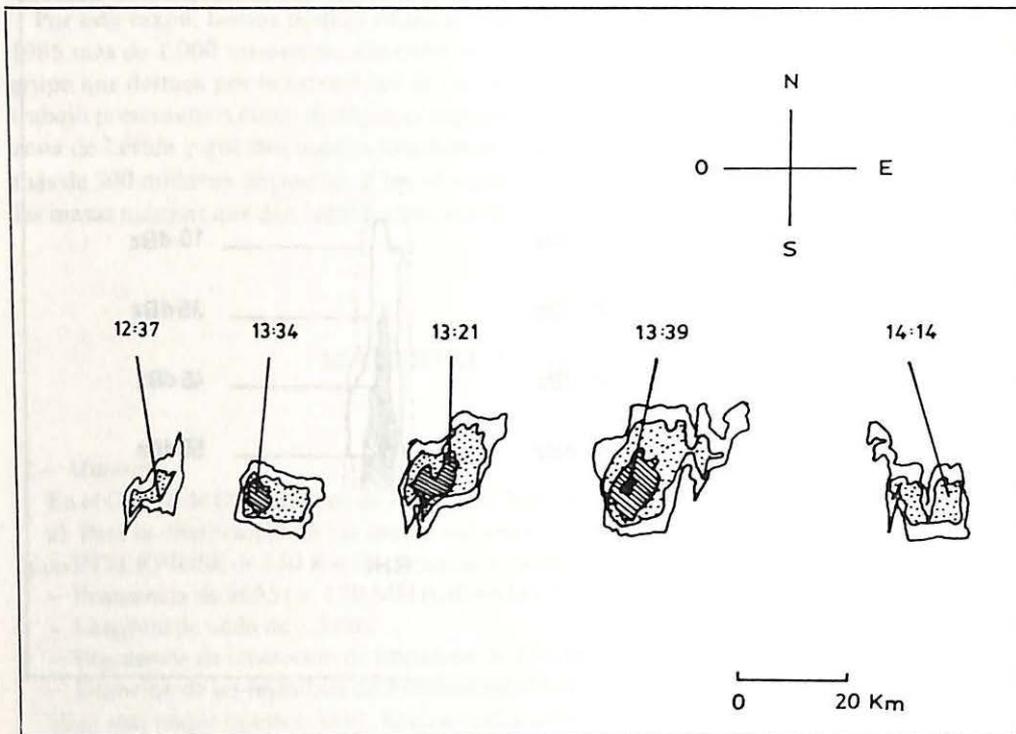


Fig. 3.- Secuencia de PPI a lo largo del tiempo.

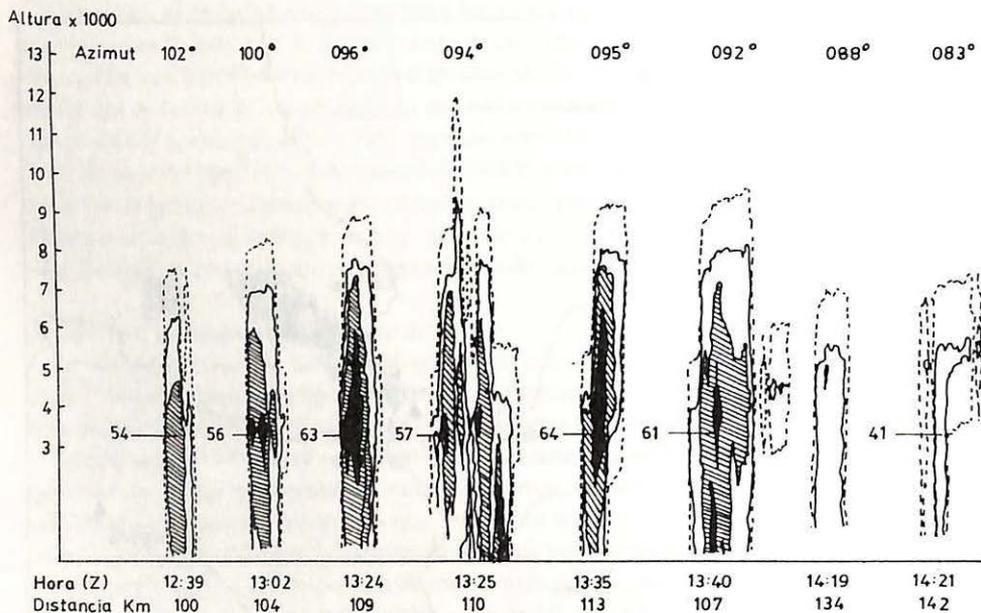


Fig. 4.- Secuencia de RHI a lo largo del tiempo.

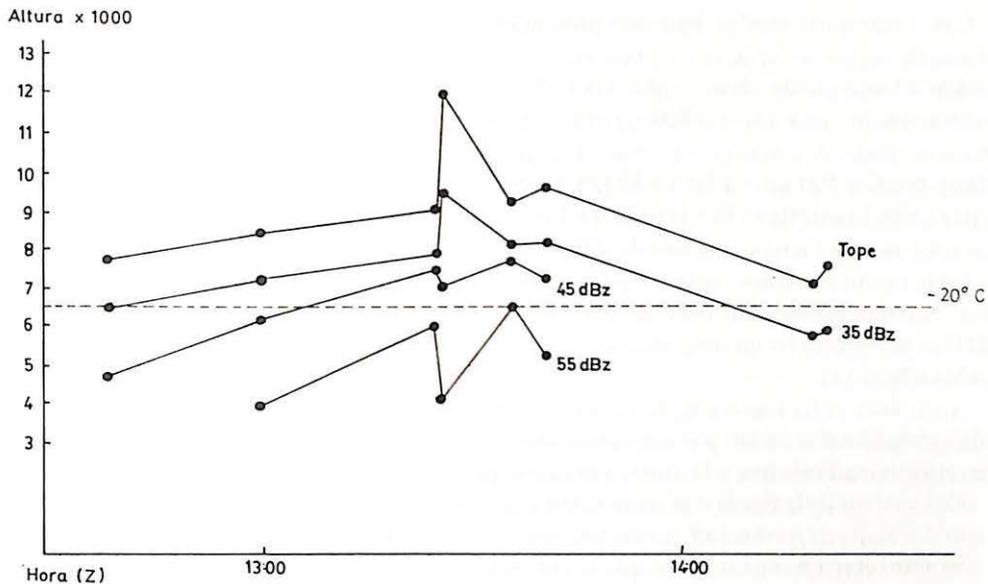


Fig. 5.- Variación de los contornos de reflectividad con la altura en función del tiempo.

otros representan niveles altos de reflectividad y son los que se presentan con mayor frecuencia en las tormentas.

En la figura 1 presentamos un ejemplo de un PPI y RHI en forma de contornos, con la simbología que emplearemos en este trabajo.

Una vez efectuados y procesados los cortes de las masas nubosas, eran enviadas a una terminal de video. Si deseábamos almacenarlos, los conservábamos en disquetes, o bien, eran enviadas a una terminal impresora.

El «software» utilizado, permitía cualquier cambio de escala con objeto de ampliar o disminuir el tamaño de la imagen.

RESULTADOS

Sobre las 12:30 (Z) se visualizó en las pantallas del radar, los primeros ecos de la masa nubosa objeto de nuestro estudio. Rápidamente se efectuó una comprobación de la calibración (operación rutinaria) y se comenzaron a efectuar los cortes horizontales (PPI con ángulos de elevación de 3.º) y los correspondientes verticales (RHI), algunos de los cuales fueron almacenados en disquete y son los que presentamos en este trabajo.

Con objeto de obtener la mayor información posible de esta masa nubosa, hemos comenzado representando su posición respecto al radar a lo largo del tiempo. (Figura 2). Como puede verse en ella, su trayectoria fue casi rectilínea, siguiendo la dirección del eje SW-NE y efectuando un recorrido de apenas 40 km. Puesto que su actividad, apenas duró dos horas, su correspondiente velocidad de avance se sitúa en unos 20 km/h, lo cual puede calificarse de normal para una tormenta de este tipo.

Los cortes horizontales, han sido presentados en la forma que muestra la figura 3, con objeto de seguir la variación del tamaño y de la forma que adquirirían a lo largo de su evolución. Como puede verse, esta masa nubosa es del tipo unicelular ya que se encuentra asentada sobre una única célula (se entiende por tal, el soporte sobre el que se sustenta la masa nubosa). Además puede observarse su variación en extensión, alcanzando un máximo de unos 250 km² a las 13:39 (Z). En esta misma figura podemos visualizar lo irregular y cambiante de su forma (este fenómeno es habitual cuando se trata de masas nubosas sometidas a fuertes procesos de precipitación).

En la figura 4, hemos representado los diferentes cortes verticales efectuados en el azimut correspondientes al máximo eco encontrado al hacer el barrido horizontal. Estos RHI se presentan en un diagrama altura (expresada en miles de metros), tiempo (expresada en hora (Z)).

Asimismo se ha representado la posición de cada uno de los cortes, en la forma polar (distancia al radar en km y el azimut en grados). Del mismo modo, indicamos el valor de la reflectividad máxima y la altura a la que se produce.

Del análisis de la figura 4 podemos deducir que hay tres partes bien diferenciadas:

- a) La etapa de formación que corresponde al intervalo horario anterior a las 13:04 (Z).
- b) Otra etapa de maduración que se corresponde con la máxima intensidad de los ecos y que se prolonga hasta las 14:19 (Z).
- c) Y finalmente la de disipación.

Ahora bien uno de los aspectos más interesantes y controvertidos es la identificación de aquellas masas nubosas que dan lugar a descargas de granizo, a partir de la imagen proporcionada por los radares meteorológicos¹⁰. De hecho, el granizo precisa de unas condiciones especiales para su formación como el hecho de que la altura de la masa nubosa debe ser superior a los 8.000 metros, las reflectividades máximas no deben ser inferiores a 55 dBz... etc.^{7, 11}, pero la diversidad de las imágenes correspondientes a las masas nubosas que dan lugar a este tipo de descargas, hace que sea difícil caracterizarlas.

El fuerte carácter local de las tormentas, en muchos casos provoca un desconocimiento del área afectada por la descarga de granizo así como la intensidad de la misma. En nuestro caso, el que la tormenta descargara sobre un área donde la población es medianamente densa, nos ha proporcionado una información muy valiosa: la caída de granizo se produjo entre las 13:05 (Z) y las 13:50 (Z).

Al relacionar la altura que adquiere el contorno de 45 dBz a lo largo del intervalo horario en que se producía la descarga de granizo, con la línea correspondiente a la altura de la isoterma de -20°C, podemos ver que existe una buena concordancia entre nuestro caso y otros resultados encontrados en la bibliografía⁸.

CONCLUSIONES

A pesar de la distancia que media entre el Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo de Zaragoza y de la zona de Lérida sobre la que descargó la tormenta del 22 de Agosto de 1984 (140 km aproximadamente) y que dio lugar a una fuerte caída de granizo, hemos

podido estudiar y analizar algunas de las variables más importantes de dicha masa nubosa.

Con los datos aportados por el radar meteorológico seguimos su evolución en el tiempo, tanto en el plano horizontal como en el vertical, lo cual da cuenta de la trayectoria que siguió la masa nubosa y del área afectada.

Además, al relacionar el intervalo de tiempo en que se produjo la caída de granizo con las variables que caracterizan a dicha masa nubosa, hemos podido encontrar una buena concordancia con los resultados encontrados por otros autores.

RESUMEN

Desde 1970 el Ministerio de Agricultura viene desarrollando un programa para el estudio de las tormentas que dan lugar a descargas de granizo. Del conjunto de tormentas detectadas con un potente radar meteorológico desde el Centro de Operaciones de Zaragoza, a lo largo del verano de 1984, hemos seleccionado para este trabajo la tormenta que dio lugar a una elevada precipitación en forma de granizo en los alrededores de la ciudad de Lérida.

En este trabajo presentamos las consecuencias de cortes verticales y horizontales realizadas a dicha masa nubosa, desde su inicio hasta su disipación.

ANALYSIS OF CLOUD MASSES: A CASE OF A HAILSTORM

SUMMARY

Since 1970 the Ministry of Agriculture has developed a wide programme of study on those storms which produced hail. Of all storms detected with a meteorological radar in the operational center of Zaragoza, during the summer of 1984, we are going to analyse one of these cloud masses to which was localized above Lerida.

This study was carried out starting sequence of horizontal (PPI) and vertical (RHI) sweeps made in the cloud masse at issue with the radar.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CHANGNON, S. A. JR. (1977).—The Climatology of Hail in North America. *Americ. Meteor. Soc.* 16. (38), 107-126.
- 2) CHISHOLM J. (1973).—Alberta Hailstorm. *Americ. Meteor. Soc.* 14. (36), 86 pp.
- 3) FOOTE G. B. y KNIGHT C. A. (1977).—Hail: a review of hail science and hail suppression. *Americ. Meteor. Soc.* 16. (38), 278 pp.
- 4) GABRIEL K. R. (1970).—The Israeli rainmaking experiment 1961-67. Final statistical tables and evaluation. *Report. 7.* Hebrew Univ. Jerusalem, 47 pp.
- 5) GAGIN A. y NEUMANN J. (1981).—The second Israeli randomized cloud seeding experiment: evaluation of the results. *J. Appl. Meteor.* 20. (11), 1301-1311.
- 6) HSU C. F. y HUFF F. A. (1985).—Assessment of problems, successes and failures in past weather modification projects. *Fourth WMO Scientific Conference on Weather Modification. II.* 649-653.
- 7) LIST R. (1985).—PEP, singpost to weather modification. *Fourth WMO Scientific Conference on Weather Modification. II.* 675-678.
- 8) MATHER G. K. (1973).—Weather Modification Season 1972-1973. Preliminary Report. *Sierra Research Corp.* 7. Boulder, 24 pp.
- 9) ROMERO R. y BALASCH S. (1985).—Evaluación de la efectividad de las actuaciones de defensa aérea antigranizo en la zona de Levante: resultados definitivos. *Bol. Serv. Contra Plagas.* 163-172.
- 10) SANCHEZ J. L., CASANOVA J. y DAVILA M. (1985).—On set system to suppress the hail in Spain. *Fourth WMO Scientific Conference on Weather Modification.* 575-578.
- 11) SANCHEZ J. L., DAVILA M., APARICIO F. y CASTRO A. (1986).—Study of storms clouds in the southeast of Spain. *10.ª Conference on Modification Atmosferique.* Arlington, VA. (in press).
- 12) SANCHEZ J. L., CASTRO A., SANCHEZ M. L. y DAVILA M. (1986).—Comparison between seeded and unseeded storms in Albacete (Spain). *Journal of Weather Modification.* (in press).
- 13) SIMPSON J., EDEN J. C y OLSEN A. R. (1975).—On the desing and evaluation of cumulos modification experiments. *J. Appl. Meteor.* 14. 946-958.