

ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA OCURRENCIA DE EVENTOS DE GRANIZO SOBRE ARGENTINA

Romina Mezher – Pablo Mercuri

Instituto de Clima y Agua
Centro de Investigación en Recursos Naturales
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
rmezher@cni.inta.gov.ar

RESUMEN: Se analizó la distribución espacial y temporal de ocurrencia de eventos de granizo, utilizando datos de 85 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo del territorio argentino. La distribución espacial mostró que existen regiones con alta ocurrencia ubicadas sobre el Este de las Sierras en provincia de Córdoba, en Mendoza y en el extremo Sur de la Patagonia. Sobre la región pampeana, una de las zonas más productivas del país, el análisis temporal reveló que la década del 40 presenta un máximo de eventos y la década del 80 un mínimo. Asimismo se encontró que la distribución anual presenta zonas con comportamiento similar, hallando que en los meses de primavera se presentan la mayor cantidad de eventos, mientras que en invierno hay un mínimo salvo en regiones costeras.

ABSTRACT: Temporal and Spatial distributions of occurrence of hail days were analyzed. Datasets from 85 meteorological stations of Argentina were used. The spatial distribution showed that regions of high occurrence are located over the East of the mountains in Cordoba, Mendoza and over the Southern portion of the Patagonia. The temporal analysis was focalized in the Pampeana Region, where an important agricultural zone is located, and it was found that the 1940 decade time series presented an event maximum and the 1980 decade, a minimum. The analysis of the annual distribution revealed several zones that have similar statistical distribution. While there is a minimum in winter, except in coast regions, most of the hail days occur on the spring season.

Palabras clave: granizo, riesgo, climatología

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de ocurrencia de eventos de granizo son muy importantes; tanto en zonas agrícolas como en ciudades debido al daño que provoca este tipo de fenómenos. En Estados Unidos, en estudios de series históricas de eventos se observó un máximo en la actividad de caída de granizo en los años 50's y un mínimo entre los años 1976 y 1995 (Chagnon 2000). En relación a la distribución espacial, en gran parte de las investigaciones realizadas en Europa se utilizaron redes de impactómetros para analizar la frecuencia de granizo y el tamaño de los mismos de forma de constatar el daño en superficie versus el tamaño de granizo y su energía de impacto. En Francia, Vinet (2001) analizó una serie de datos de 1785 impactómetros y encontró regiones de mayor riesgo interpolando mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS). En Italia se analizó una pequeña región del Norte del país y se encontraron los patrones sinópticos y de mesoescala correspondientes (Giaiotti 2003).

En Argentina, Saluzzi y Nuñez (1975) investigaron el comportamiento de las tormentas con granizo en distintas áreas con cultivos en las provincias de Río Negro, Neuquén, La Pampa, entre otras y utilizaron las denuncias de agricultores para encontrar las frecuencias de estos eventos. Prieto y otros (1999) analizaron el número de días con granizo en el Norte de Mendoza y encontraron que estos eventos exhiben una variabilidad interanual. Finalmente Lassig (2006) en su tesis doctoral, por medio de más de 100 impactómetros dispuestos en el Alto Valle de Río Negro, estudió por primera vez cómo afectaba el fenómeno del granizo a los cultivos frutícolas de esa región.

El objetivo de este trabajo fue analizar, mediante el uso de los datos de las estaciones meteorológicas, la distribución temporal y espacial de los eventos de granizo en Argentina con herramientas geoestadísticas. Se enfatizó el análisis en la región pampeana por su importancia productiva y por una mayor densidad de estaciones meteorológicas con series de datos de hasta 95 años, mayor que en el resto del país.

2. DATOS Y METODOLOGIA

Se utilizaron datos de 85 estaciones, proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). En la Fig. 1 se muestra la distribución espacial de las mismas y la cantidad de años de datos que comprende cada estación y en la Tabla 1 se observa el número de estaciones en cada periodo.

Como control de calidad se analizó cuál fue el porcentaje de dato faltante de acuerdo a cada periodo de datos y encontró que el 64% de las estaciones tiene menos del 5% de dato faltante, el 25% tiene entre 6 y 10% de faltantes y el 11% tiene entre 11 y 20% de falta de datos. También se observó cuantos años consecutivos sin eventos se registraban en cada estación. El 71% de las estaciones tiene al menos un evento en un periodo de 5 años y debido a incertidumbre que se pueda generar no se tuvieron en cuenta las estaciones donde se observan períodos de más de 9 años consecutivos sin al menos un evento de granizo.

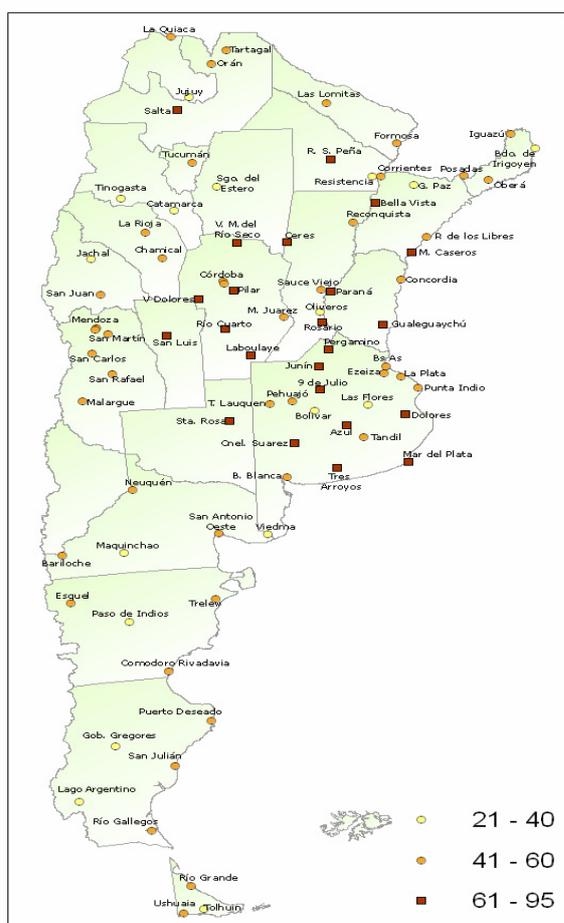


Fig. 1. Distribución espacial de las 85 estaciones meteorológicas utilizadas con la cantidad de años de datos disponibles

Periodo	Número de estaciones
1911 - 2006	1
1912 - 2000	1
1920 - 2006	1
1931 - 2006	13
1931 - 2000	2
1939 - 2006	5
1948 - 2006	1
1960 - 2006	40
1960 - 2000	7
1970 - 2006	7
1980 - 2006	1
1990 - 2006	3
1960 - 1985	1
1960 - 1980	1
1959 - 1979	1

Tabla 1. Cantidad de estaciones utilizadas de cada periodo

Se calculó el promedio anual de eventos de granizo considerando el periodo de datos disponible de cada estación. Se analizaron diferentes métodos de interpolación, mediante el programa ArcGIS (ESRI 2007) y se encontró, debido a la aleatoriedad del fenómeno y distribución puntual del mismo, que el método “vecino natural” era el más adecuado.

Para la región pampeana, que cuenta con la serie de datos más extensa, se calcularon las anomalías de eventos anuales por décadas. Finalmente se analizó la distribución mensual, localizando zonas estadísticamente de igual distribución al 95% de confianza.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis espacial de ocurrencia de eventos de granizo por medio de métodos de interpolación reveló tres zonas donde se alcanzan altos valores (Fig. 2); el primero se ubica al Este de las sierras en la provincia de Córdoba, otro se observa en la provincia de Mendoza y el último sobre el Sur de la Patagonia.

Sobre la provincia de Córdoba, en el Oeste se producen 3 eventos en promedio por año, mientras que al Este tan solo 1,3. En Mendoza, se observa un gradiente Norte-Sur donde los valores más altos de 2,9 eventos por año, ocurren en el Sur mientras en la zona Norte disminuyen a 1,3 por año. En el Sur de la Patagonia los eventos de granizo ascienden a 3 en promedio por año.

A su vez, se observan valores altos puntuales: uno en la provincia de Jujuy en la ciudad de La Quiaca y otro en la provincia de Misiones en la ciudad de Bernardo de Irigoyen, donde ambas estaciones presentan un promedio de 4,3 eventos por año. En el Sur de la provincia de Buenos Aires, en la ciudad de Tres Arroyos, se observan 2,3 eventos de granizo.

La provincia de Córdoba esta dividida por una zona serrana que alcanza un máximo de 2800 metros sobre el nivel del mar. La ciudad de Bernardo de Irigoyen se ubica al Este de unas sierras que alcanzan los 800 metros, Mendoza es una provincia que se localiza al este de la Cordillera de los Andes y la Quiaca se encuentra a 3459 metros sobre el nivel de mar.

Es posible que factores tales como, la ubicación de las estaciones utilizadas y la altura de las mismas, jueguen un papel fundamental para el aumento de eventos, principalmente al Este de los cordones orográficos. Asimismo, la circulación de aire frío en ciertas épocas del año genera condiciones propicias para el desarrollo de nubosidad de tipo celular que puede aumentar la ocurrencia de granizo en la Patagonia y Sur de Buenos Aires.

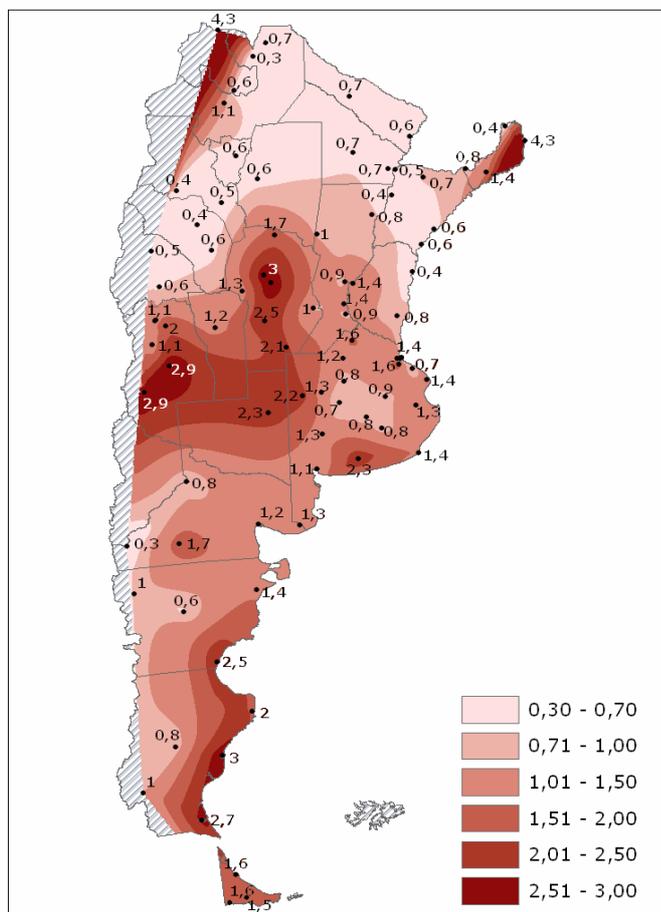


Fig. 2: Promedio anual de eventos de granizo interpolado con el método “vecino natural”

Cuando se analizó el comportamiento del promedio de eventos de granizo por año en cada década desde 1921 hasta 2000 sobre la región pampeana, se encontró un máximo y un mínimo de eventos. El máximo se alcanzó en la década comprendida entre los años 1941 y 1950 y el mínimo entre los años 1981 y 1990. En la figura 3 se pueden apreciar las anomalías de cada una de estas décadas. En la década del 40 (Figura 3a) las anomalías son positivas en gran parte de la región. En cambio en la década del 80 se observan

valores por debajo de la media en gran parte de la región, que tienen menor magnitud, en modulo, que los de la década del 40.

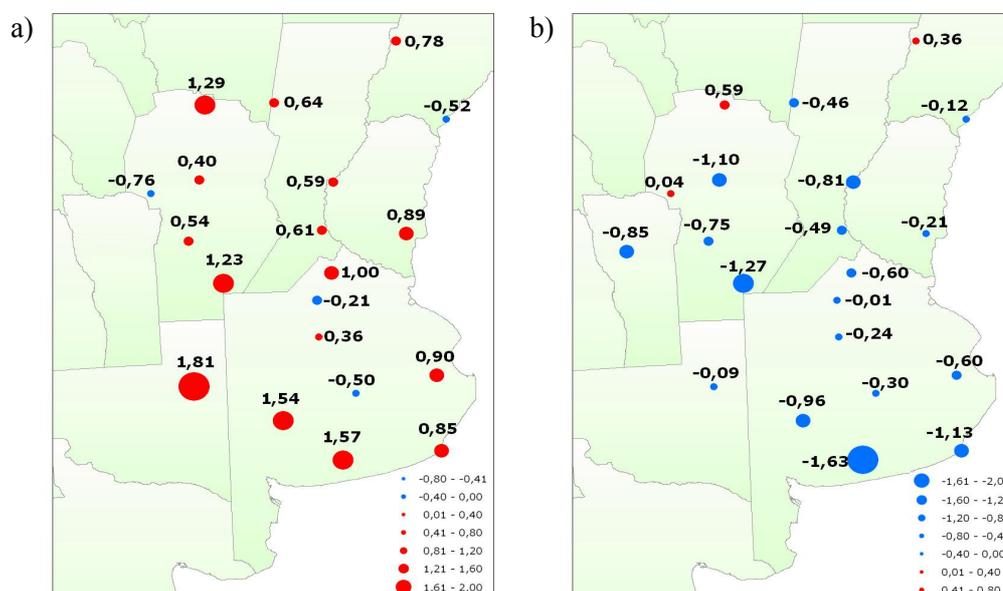


Fig. 3: Anomalías de la ocurrencia anual de eventos de granizo en a) década del 40, b) década del 80

Finalmente se analizó conjuntamente la distribución espacial y temporal, encontrando patrones espaciales con similares distribuciones anuales significativos estadísticamente 95% de confianza

Las distribuciones anuales se encuentran en la figura 4. La región al Oeste de las Sierras presenta un mínimo en los meses de invierno y los eventos van aumentando hacia la primavera con un máximo en los meses de Diciembre y Enero. En la zona al Este de las Sierras el máximo se observa principalmente en primavera, en el mes de Octubre. En la región del Norte de Buenos Aires el máximo se ve en Septiembre y Octubre como así también hay un pequeño aumento en los meses de Otoño. Se observa un máximo hacia el fin de la primavera y comienzo del verano, especialmente en Diciembre en el Sur de Buenos Aires. Por último el comportamiento de la frecuencia de granizo durante el año en el Este de Buenos Aires presenta un mínimo en Abril y el máximo en Agosto y en el resto del año la distribución es homogénea.

Las posibles causas de estas distribuciones pueden ser: la baroclinicidad de los meses de primavera y comienzo del verano cuando aún se observa la llegada de aire frío proveniente desde el Sur que al interactuar con masa de aire cálidas e inestables generan condiciones propicias para la formación de tormentas intensas como así también la circulación de aire frío que aumenta la probabilidad de formación de granizo en nubes de tipo celular que caen a superficie generalmente de tamaño pequeño y en los meses de invierno y comienzo de la primavera.

3. CONCLUSIONES

Se investigó la ocurrencia de granizo sobre Argentina con datos de estaciones meteorológicas ubicadas en todo el país, con mayor densidad en región pampeana. Se encontraron áreas de mayor ocurrencia en el Este de Córdoba, la provincia de Mendoza y el extremo Sur de la Patagonia.

El análisis decádico mostró que la década del 40 presenta anomalías positivas en toda la región pampeana y la del 80 un mínimo de eventos en esa misma región.

Los patrones de distribución anual sobre la región pampeana revelaron que los eventos de granizo aumentan en los meses de primavera y comienzo del verano, tienden a disminuir a partir de febrero y alcanzan un mínimo en el invierno. En las estaciones cercanas a la costa se observó un máximo secundario en Julio y Agosto que podría estar asociado a circulación de aire frío.

Este estudio espacio-temporal mostró las características climatológicas del granizo en Argentina. Mayores investigaciones son necesarias para analizar el por qué de la ocurrencia de este fenómeno y su relación con la circulación general.

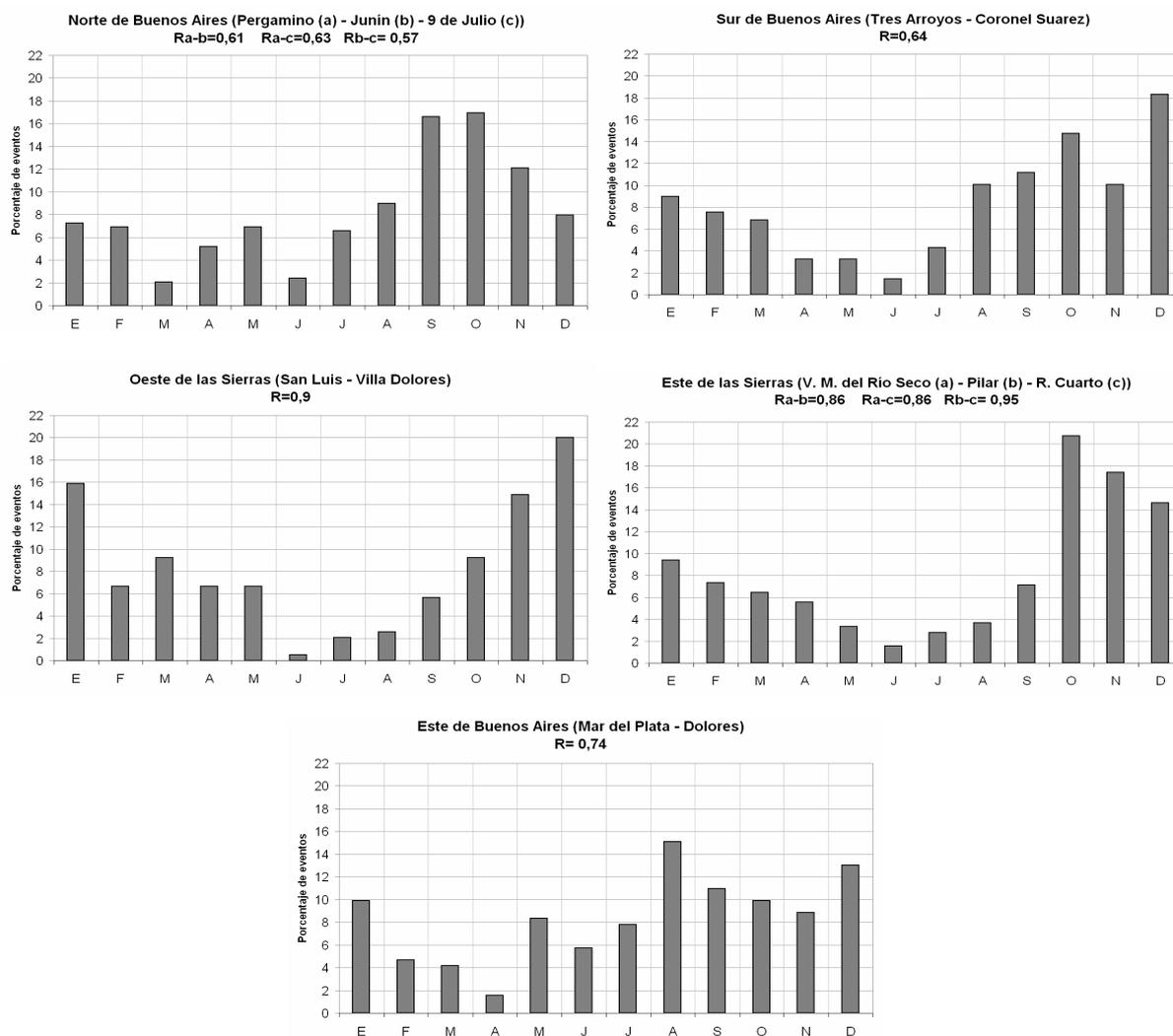


Fig. 4: Distribución anual de eventos de granizo en porcentaje en las diferentes zonas encontradas

AGRADECIMIENTOS: Esta investigación fue financiada por el Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-La Dulce Cooperativa de seguros agrícolas. Se agradece al Servicio Meteorológico Nacional y a la Lic. Irene Barnatán, por los datos suministrados. Y a María José Pizarro por toda la colaboración brindada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CHAGNON S. AND CHAGNON D. Long-Term Fluctuations in Hail Incidences in the United States. *J. Climate*, 13, 658-664, 2000.
- GIAIOTTI D., S. NORDIO AND F. STEL. The Climatology of Hail in the Plane of Friuli Venezia Giulia. *Atmos. Res.*, 67-68, 247-259, 2003.
- ESRI. ArcGIS 9.2. www.esri.com 2007
- LASSIG J. Precipitaciones de granizo en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, su influencia en la fruticultura regional. Buenos Aires, 2006, 172 p. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- SALUZZI M. Y J. M. NUÑEZ. Comportamiento de granizadas sobre diversas áreas cultivadas del país. *Geoacta*, v. 7, n. 2, 77-90, 1975.
- VINET, F. Climatology of hail in France. *Atmos. Res.*, 56, 309-323, 2001.
- PRIETO R. et al. Interannual variability of hail-days in the Andes region since 1885, *Earth Planet. Sc. Lett*, v. 171, n. 3, 503-509, 1999.