

CLIMATOLOGIA DE EVENTOS DE GRANIZO EN LA REGION PAMPEANA

Romina Mezher ^(1,2), V. Barros ⁽³⁾ y P. Mercuri ⁽¹⁾

(1) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA

(2) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos – FCEyN/UBA

(3) Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera – CONICET/UBA

El granizo es un fenómeno aleatorio en tiempo y espacio y que en algunos casos genera graves daños en la agricultura y otros sectores. Por eso, además del análisis de datos individuales de estaciones meteorológicas, se realizó el estudio sobre valores agregados regionales en la Pampa Argentina. Se analizó una zona que abarca las provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, Buenos Aires y Este de La Pampa. Se utilizaron datos de eventos de granizo de 44 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional y del INTA del periodo 1931-2008.

El máximo en la frecuencia de granizo se encuentra en Córdoba y La Pampa, con máximos secundarios en Pergamino y Tres Arroyos. Los eventos de granizo sumados para toda la región fueron mas frecuentes en la década del 40, y hubo también periodos de mayor frecuencia a comienzos de la década del 70 y fines de la del 90. En la década del 80 y en los últimos años de la del 2000 hubo poca actividad granicera. La tendencia general del periodo en estudio fue marcadamente negativa. En cuanto a la estacionalidad, la ocurrencia de granizo es mínima en el otoño y en el invierno hasta julio. En las provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y al norte de las mismas, la mayor frecuencia se observa en primavera (alrededor del 50 % de los casos). En Buenos Aires y La Pampa, además de la primavera, los casos son igualmente frecuentes en verano (alrededor de 40 % en cada una de esas provincias)

Se analizaron las anomalías campos de altura geopotencial de 1000 y 500 y del corte vertical de temperatura de los casos con eventos de granizo durante el periodo 1980-2006. Las condiciones favorables para el granizo son: anomalías positivas en la temperatura debajo de los 600 hPa con una máxima anomalía debajo de 900 hPa y negativas a mayores alturas con un mínimo entre 300 y 200 hPa. Estas anomalías favorecen la inestabilidad vertical de la troposfera que a su vez ayudan a la convección.

HAIL CLIMATOLOGY IN THE PAMPEANA REGION

Hail is an aleatory time-space meteorological phenomenon capable to generate great damages in agriculture and other areas. A study of individual weather stations data and a regional study in the Pampeana region have been done. The area of study includes Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, Buenos Aires and East of La Pampa provinces. Hail events data of 44 weather stations of The National Weather Service and INTA were analyzed within the 1931-2008 time period. A maximum hail frequency was observed in Córdoba and La Pampa, and a secondary maximum in Pergamino and Tres Arroyos. Hail events were more frequent in the 40's decade, and in the early 70's and end of 90's. In the 80's decade and last years of 2000 there was low hail activity. The general tendency was markedly negative. Seasonal studies showed that hail occurrence is minimum on Autumn and Winter until July. In Cordoba, Santa Fe, Entre Ríos and Northeast of the region the mayor frequency was in Spring (nearly 50% of the cases). In Buenos Aires and La Pampa was also high frequency in Summer (nearly 40% in each location).

The average height anomalies at 1000 hPa and 500 hPa were calculated, as well as temperature anomalies during 1980-2006. Hail favorable conditions are: positive anomalies of temperature beneath 600 hPa , a maximum beneath 900 hPa and a negative anomaly in mayor altitudes with a minimum between 300 and 200 hPa. These anomalies are important conditions to develop vertical instability and convection.

rmezher@cni.inta.gov.ar; barros@cima.fcen.uba.ar; pmercuri@cni.inta.gov.ar

1. INTRODUCCION

Uno de los principales generadores de daños en cultivos son las tormentas de granizo. En Argentina se estima que el 85% de los seguros agropecuarios corresponden a granizo. Por este motivo es fundamental el estudio de eventos de granizo, el cual es un fenómeno aleatorio tanto en espacio como en el tiempo.

Mundialmente las tormentas de granizo han sido ampliamente estudiadas tanto a escala local como regional. En Estados Unidos, Changnon (1971) investigó la relación entre las pérdidas económicas en trigo, maíz y soja y la caída de granizo mediante el uso de granizómetros. En 2000, Changnon y Changnon realizaron una climatología de granizo con 66 estaciones meteorológicas de Estados Unidos hallando que un 65% de las mismas mostró un mínimo de eventos durante el periodo 1976-1995 y un máximo a mediados de siglo. En China, Zhang y otros (2008) realizaron una completa climatología abarcando el periodo 1961-2005 en la cual encontraron que las frecuencias más altas se ubican en las zonas montañosas y que la temporada de granizo comienza a fin de la primavera y se extiende hasta comienzo del otoño. En Argentina hay pocos antecedentes a nivel regional, salvo en la provincia de Mendoza. Saluzzi y Núñez (1975) estudiaron el comportamiento del granizo mediante el uso de denuncias por parte de agricultores de las provincias de Río Negro, Neuquén, La Pampa, Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba entre los años 1947-1961. Observaron que prevalece la actividad granicera durante las horas vespertinas y nocturnas con un máximo entre las 16 y 18 hs. y un mínimo entre las 6 y 8 hs. Recientemente, Hoffmann y otros (sin publicar) indicaron que existe una disminución de eventos de granizo en la década 1981-90 comparándola con la de 1951-60 en gran parte del país.

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio en la región Pampeana sobre el comportamiento de los eventos de granizo mediante el uso de datos de estaciones meteorológicas.

2. DATOS Y METODOLOGIA

Se utilizaron 44 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA) abarcando las provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, Buenos Aires y Este de La Pampa (Fig. 1). La base de datos utilizada fue armada mediante una exhaustiva recopilación y verificación de eventos de granizo registrados en libretas meteorológicas tanto en formato digital como en microfichas, libretas de granizo y libros pluviométricos. El periodo utilizado para el análisis de las tendencias fue 1931-2008. Debido a la gran aleatoriedad del fenómeno y al efecto local del mismo, las tendencias se analizaron a nivel regional, es decir, se consideraron las tendencias de toda región Pampeana sumando los eventos de cada estación meteorológica por cada año.

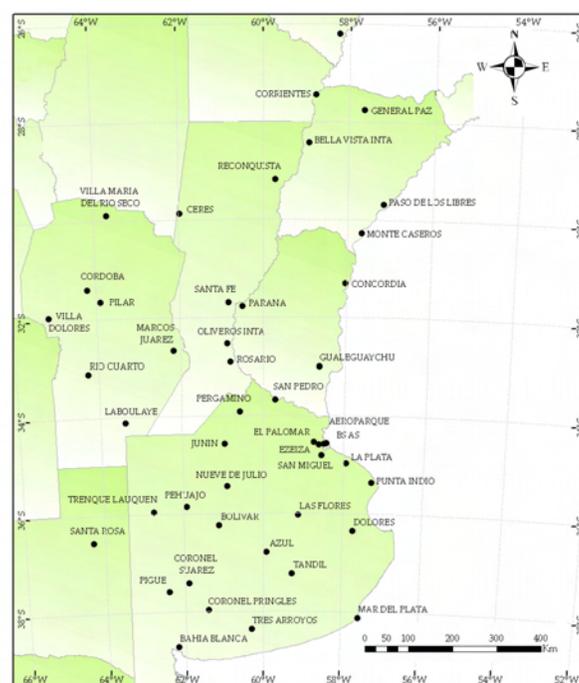


Fig. 1. Estaciones meteorológicas utilizadas para el armado de la base de datos

En cuanto al análisis estacional se calculó la frecuencia porcentual de eventos para el Verano, Otoño, Invierno y Primavera para el periodo 1960-2008.

Para realizar el mapa de promedios anuales se calculó la media anual de cada localidad para el periodo 1960-2008 y luego se utilizó el método Inversa a la Distancia para la interpolación, el cual se encontró fue el adecuado para el análisis de granizo (Mezher y Mercuri 2009).

Se consideró el periodo 1980-2006 para el análisis de la circulación atmosférica durante los casos con eventos de granizo. Se utilizaron 51 fechas donde hubo registro de granizo en al menos 2 estaciones meteorológicas. Utilizando los reanálisis del NCEP/NCAR (Kalnay et al 1996) se analizaron los campos de anomalías de alturas geopotenciales de 1000 y 500 hPa y del perfil vertical de la temperatura.

3. CLIMATOLOGIA

3.1 Promedios anuales

En la Figura 2 se puede observar el mapa de promedios anuales de eventos de granizo. Claramente existe un máximo de eventos por año en la provincia de Córdoba, extendiéndose hacia el Sur hasta la provincia de La Pampa donde la cantidad en promedio de eventos por año oscila entre los 2,85 y 2,55.

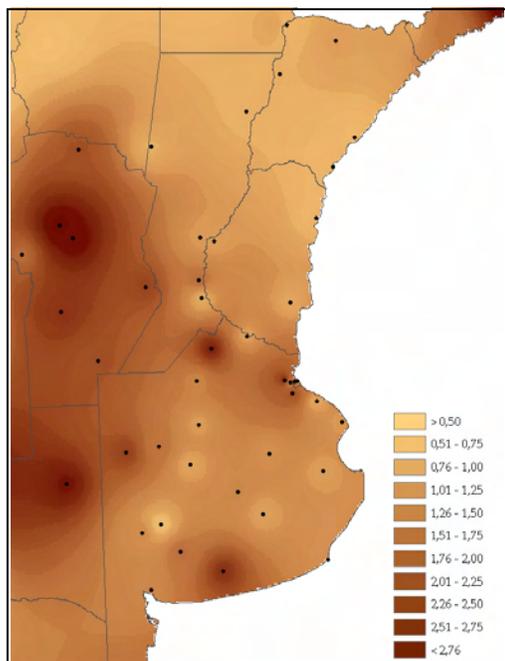


Fig. 2. Promedio anual de eventos de granizo durante el periodo 1960-2008.

Un máximo secundario se observa en el Sur de la provincia de Buenos Aires y está dado por la estación Tres Arroyos la cual posee una media de 2,18 eventos por año y en el Norte en la localidad de Pergamino con una media de 2,38 eventos por año.

Se observa a su vez que en la provincia de Buenos Aires hay gran variabilidad en cuanto a la media anual de eventos mientras que en la zona del Noreste del país y Norte del Litoral la región presenta un comportamiento más homogéneo.

Los eventos de granizo que se registran en la provincia de Córdoba se pueden asociar a una zona de mayor altura y cercana a las sierras ya que los valores van disminuyendo a medida que se aleja de la región serrana y a su vez en Villa Dolores baja la frecuencia. Esto se puede asociar a que la mayor actividad convectiva se origina en la región de sierras y luego avanza hacia el Este. En Santa Rosa se registran en promedio 2,55 eventos por año. El mismo se asocia a las tormentas que provienen de la zona cordillerana de Mendoza, en la cual en el Sur es donde se producen la mayor cantidad de reportes de granizo en superficie (Mezher y otros 2008) y avanzan con dirección Este-Sudeste.

Para analizar la gran variabilidad en la provincia de Buenos Aires se buscaron las frecuencias de observación de cada estación utilizada para ver si la menor ocurrencia de eventos se relaciona con la falta de observaciones. Estos datos están disponibles en formato digital desde la década del 90. Las estaciones que presentaron menores valores en la media anual durante los últimos 15 años tuvieron mediciones trihorarias y solo diurnas. Esto sugiere que puede haber una subestimación en el valor medio debido a falta de datos producto del plan de labor de observación.

La región del Noreste del país presenta valores medios que oscilan los 0,6 y 0,9 y es una zona con baja frecuencia anual de eventos. Se ha asociado esta disminución de eventos hacia el Norte a la presencia de masas de aire más tropicales por ende a una atmósfera más homogénea térmicamente.

3.2 Frecuencia Estacional

Los mapas de frecuencia estacional marcaron un claro patrón en cada una de las estaciones del año.

En la Fig. 3 se observan los mapas de la Primavera, el Verano, el Otoño y el Invierno. Más del 60% de los eventos de granizo sobre Corrientes, norte de Santa Fe y norte de Córdoba ocurren en los meses de Primavera. En el resto de la región la frecuencia porcentual oscila entre los 30 y 50% durante esos meses con un máximo en Octubre en la zona norte de Buenos Aires y todo el Litoral. Hacia el Sur de la provincia de Buenos Aires y en La Pampa las máximas frecuencias se observan durante el Verano con valores cercanos al 40% y la mayor ocurrencia es en Diciembre y Enero. Esta frecuencia va disminuyendo hacia el Noreste de la región. En los meses de Invierno se observa un claro

patrón Oeste-Este donde hay un máximo de frecuencia porcentual en el Noreste del país y la costa Bonaerense y un mínimo sobre la provincia de Córdoba. Los máximos ocurren principalmente en Agosto cuando aún permanece la atmósfera fría en sus niveles altos y pueden observarse ingresos de masas de aire húmedas y cálidas provenientes del norte por el comienzo del cambio de circulación atmosférica de la Primavera. El Otoño presenta la menor frecuencia con solo entre 5 y 20% de ocurrencia y los eventos se distribuyen en los tres meses salvo en el Sur de la provincia de Buenos Aires y La Pampa donde Marzo es el mes en el cual esta la mayor cantidad de eventos.

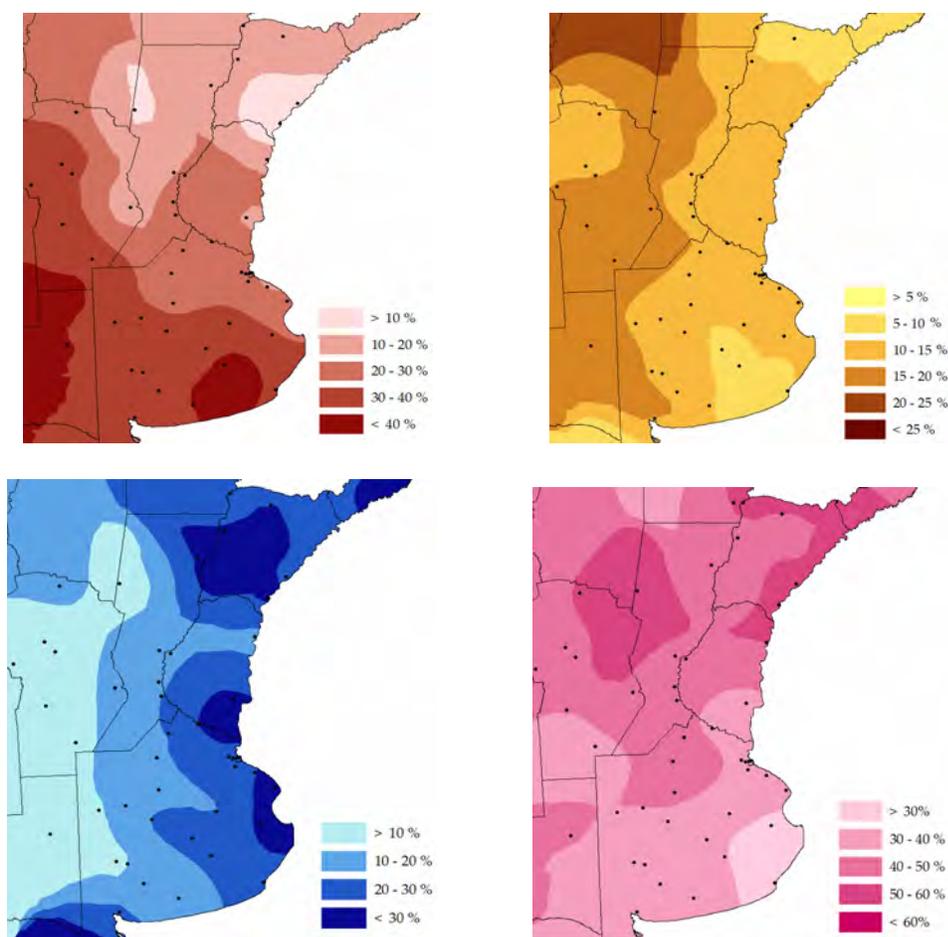


Fig. 3. Frecuencia estacional de eventos de granizo en: a) Verano, b) Otoño, c) Invierno y d) Primavera.

3.3 Tendencias

La serie anual 1931-2008 (Fig. 4) presentó un máximo en la ocurrencia de eventos en toda la

región durante la década del 40 y comienzos de los años 50. Luego la media anual de eventos de granizo disminuyó hasta alcanzar un mínimo a fines de la década del 80 y comienzo de la década

rmezher@cnia.inta.gov.ar; barros@cima.fcen.uba.ar; pmercuri@cnia.inta.gov.ar

del 90. Un máximo secundario se observa entre los años 2000 y 2003 y desde ese año hasta la actualidad los eventos en promedio por año van en disminución. Como claramente se aprecia la

tendencia general de eventos de granizo por año en la región Pampeana es decreciente.

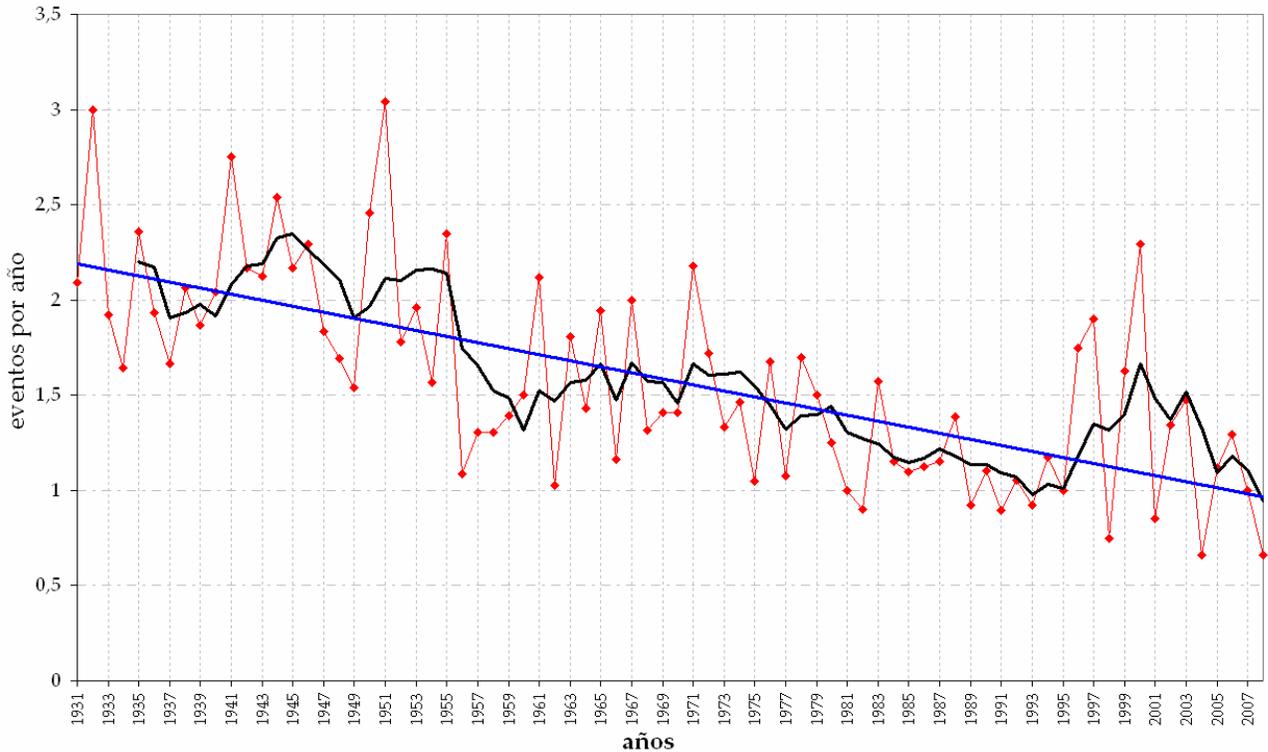


Fig. 4. Serie anual de eventos de granizo sobre la región Pampeana, periodo 1931-2008

4. PATRONES DE CIRCULACION

Las anomalías de alturas geopotenciales de 1000 y 500 hPa (Fig. 5) mostraron valores negativos sobre el país. En superficie se observan dos centros de anomalías negativas, uno sobre la región Pampeana que alcanza los -40 hPa y otro sobre el sur de la costa chilena que alcanza los -30 hPa. Asociados a estos centros se encontró un centro de anomalías negativas con un mínimo de -100 hPa. sobre el centro de la Patagonia.

Con respecto a las temperaturas se encontró que cuando se registran eventos de granizo en la

región Pampeana se observan anomalías positivas desde Norte de Buenos Aires, Sur de Santa Fe y Sur de Córdoba hacia el Norte del país y desde superficie hasta los 600 hPa. Se visualiza un máximo de valores positivos de anomalía de temperatura por debajo de los 900 hPa. desde el Norte de Santa Fe y Corrientes hasta el Sur de Paraguay.

Esto estaría indicando que las condiciones propicias para que se registren eventos de granizo sobre la región Pampeana son la presencia de un sistema frontal sobre el centro

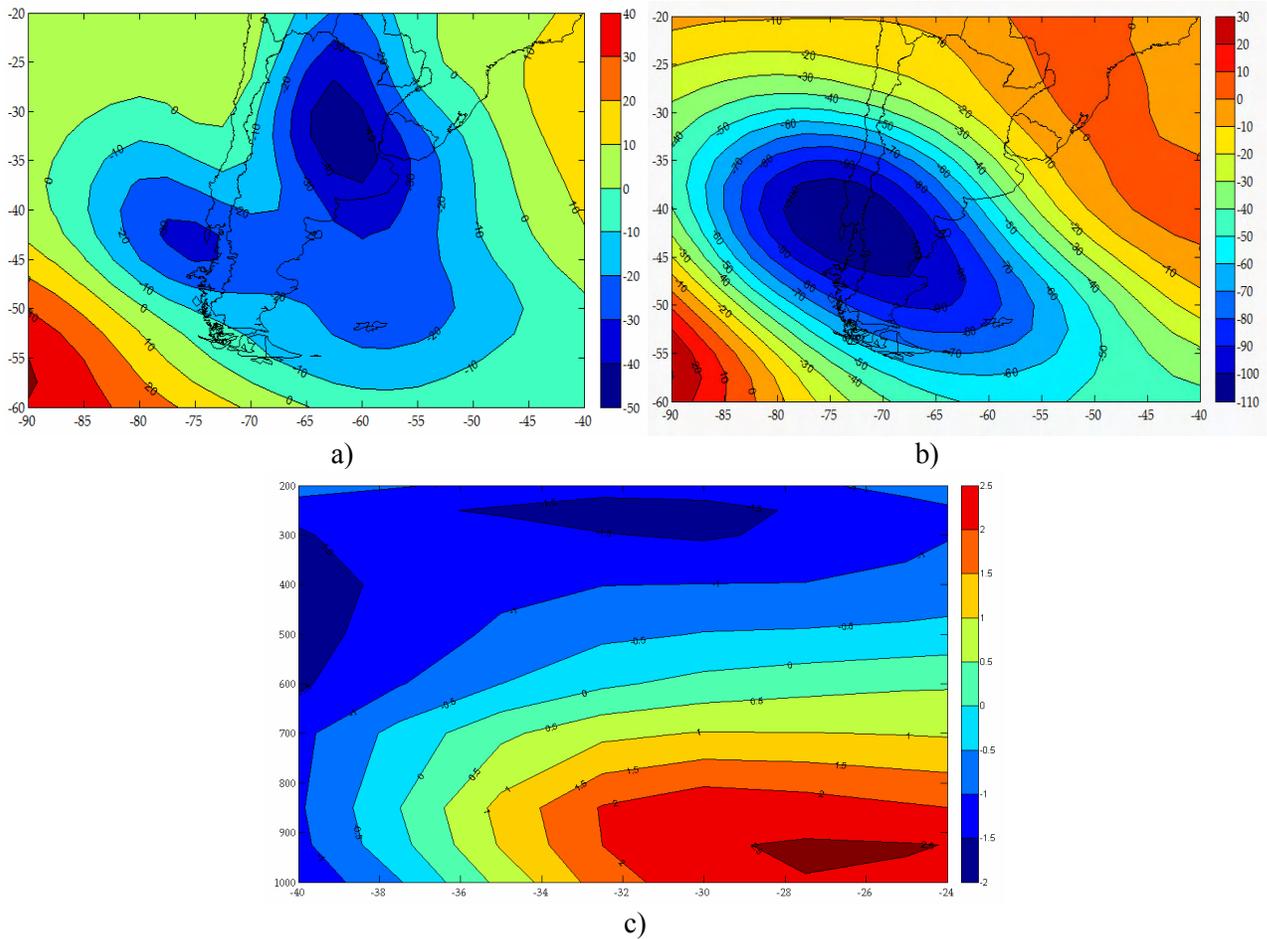


Fig. 5. Anomalías de a) altura geopotencial de 1000 hPa, b) altura geopotencial de 500 hPa, y c) perfil vertical de temperaturas, en casos de eventos de granizo para el periodo 1980-2006.

del país o sobre la región patagónica y una gran vaguada con centro en la cordillera. La distribución vertical de la temperatura favorable para la ocurrencia de granizo en la región de estudio es un calentamiento en niveles bajos desde el centro del país hacia el norte con un máximo sobre el Norte del Litoral y entre 850 y 950 hPa. En niveles medios y superiores las anomalías son negativas por lo que hay un enfriamiento.

5. CONCLUSIONES

Se analizó la ocurrencia de eventos de granizo sobre la región Pampeana a través de datos suministrados de estaciones meteorológicas. Se encontró que el promedio anual de eventos de granizo es máximo sobre Córdoba y La Pampa y

va disminuyendo hacia el norte del Litoral. Estos eventos se registran mayormente en la Primavera en el Noreste del país, mientras que sobre Córdoba, La Pampa y sur de Buenos Aires el máximo se observa en el Verano, en los meses de Diciembre y Enero. Durante el Otoño la ocurrencia de eventos de granizo presenta un mínimo.

Cuando se analizó la tendencia desde 1931 hasta el presente se encontró que la misma es marcadamente negativa con máximos en la ocurrencia de eventos en las décadas del 40 y 50 y un mínimo a fines de la del 80. En los últimos años se observó un aumento de eventos a comienzos de 2000 y una disminución desde 2001 hasta el presente.

El estudio de los patrones de circulación asociados a la presencia de granizo en estaciones

meteorológicas mostró que las condiciones que ayudan a la convección son: un calentamiento en niveles bajos hasta los 600 hPa. en el centro y norte del país y luego un enfriamiento hasta los 200 hPa, lo cual favorece a la inestabilidad vertical de la troposfera; un centro ciclónico sobre el centro del país en superficie y una vaguada en la costa chilena.

Si bien el granizo es un fenómeno aleatorio en tiempo y espacio y los registros de granizo son puntuales se pudo realizar una completa climatología del evento en la región Pampeana.

Agradecimientos. Esta investigación fue financiada por el Convenio de Vinculación Tecnológica INTA - La Dulce Cooperativa de Seguros Agrícolas y el proyecto PICT 2007-00400. Se agradece al Servicio Meteorológico Nacional por los datos suministrados.

Referencias

Changnon S., 1971. Hailfall Characteristics Related to Crop Damage. J. Applied Met., 10: 270-274

Chagnon S. y D. Chagnon, 2000. Long-Term Fluctuations in Hail Incidences in the United States. J. Climate, 13, 658-664.

Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996.

Mezher, R. N., P. Mercuri y N. Gattinoni. Distribución espacio-temporal del granizo en Argentina. XII Reunión Argentina de Agrometeorología. San Salvador de Jujuy, Argentina. 8 al 10 de Octubre de 2008

Mezher, R. N. y P. Mercuri. Análisis geoestadístico de la distribución de eventos de granizo en Argentina. XXIV Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, Mendoza, Argentina. 14 al 17 de Abril de 2009

Saluzzi M. Y J. M. Nuñez. Comportamiento de granizadas sobre diversas áreas cultivadas del país, 1975. Geoacta, v. 7, n. 2, 77-90.

Zhang C., Q. Zhang y Y. Wang, 2008. Climatology of Hail in China : 1961-2005. J. Appl. Meteor., 47, 795-804.