

PELIGROSIDAD DEL GRANIZO PARA LOS CEREALES EN LA REGION PAMPEANA

E.M. SIERRA, ADRIANA B. BELTRAN Y SILVINA MAIO¹

Recibido: 19/08/93

Aceptado: 16/11/93

RESUMEN

Utilizando los promedios decádicos (1981-1990) de superficies aseguradas y siniestradas provistos por el ex Instituto Nacional de Reaseguros (INDER) se evaluó la peligrosidad del granizo para los cultivos de cereales de invierno y de verano en la región Pampeana. Las áreas de mayor peligrosidad resultaron ser: el centro-oeste de

Córdoba, el oeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa, la costa sureste de Buenos Aires, y el sudoeste de Santa Fe, coincidentemente con los resultados de trabajos anteriores realizados mediante datos de observaciones meteorológicas, y permitiendo establecer, por primera vez, los niveles de daño esperables, que varían entre 1 y 71 %. Asimismo, pudo comprobarse que las estadísticas de granizo obtenidas a partir de la red de estaciones convencional del Servicio Meteorológico Nacional subestiman considerablemente la magnitud del fenómeno.

Palabras clave: cereales, granizo, región Pampeana, peligrosidad.

HAIL HAZARD POR CEREAL CROPS IN THE PAMPEAN REGION

SUMMARY

By means of the 1981-90 averages provided by the INDER (Argentinian Counter Assurance Board), hail hazard for winter and summer cereal crops in the Pampean region was evaluated. Coincidentally with previous papers based on meteorological data, most dangerous areas are: west-central Córdoba, western Buenos Aires and northeastern La Pampa, southeastern Buenos Aires coast, and southwestern Santa Fe; with loss percentages ranging from 1 to 71. It was made evident that statistics based on meteorological observations tend to greatly underestimate hail hazard.

Key words: hail, cereals, Pampean region, hazard.

INTRODUCCION

El granizo es una adversidad meteorológica que pese a su enorme importancia ha sido hasta ahora muy poco evaluada en la Argentina debido a las notables dificultades que presenta su observación.

La formación del granizo requiere la contribución simultánea de varios procesos atmosféricos, entre los que se destacan inestabilidad atmosférica y altas temperaturas en superficie, unidas a un alto aporte de humedad. Además de la circulación general de la atmósfera, está muy determinado por factores locales, de características mesometeo-

¹ Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, Facultad de Agronomía, UBA, Avda. San Martín 4453 (1416) Buenos Aires, Argentina

lógicas, como la advección de humedad, la convergencia en superficie, la elevación forzada orográfica, etc. Dicho complejo de condiciones se manifiesta en la ocurrencia de tormentas de tipo convectivo generadoras de cumulonimbus, que pueden deberse tanto a fenómenos de tipo frontal, generalmente de frente frío, como a la acción convectiva en una sola masa de aire, muchas veces con influencia orográfica. Ambos tipos de tormenta están frecuentemente asociadas a una "línea de inestabilidad" a lo largo de la cual se mueven en forma organizada un conjunto de cumulonimbus y nimbostratos (Newton, 1950).

La complejidad de este mecanismo de ocurrencia determina que el granizo sea un fenómeno discontinuo en el tiempo y en el espacio, causando las mencionadas dificultades para su observación sistemática. Una prueba de ello es el hecho de que los trabajos más recientes realizados en la Argentina, se refieren en general a caracterizaciones de distintos episodios particulares ocurridos en la provincia de Mendoza y en la región del Alto Valle (Salluzzi y Lichtenstein, 1986; Salluzzi *et al.* 1987, 1991; Bastanski y Ruiz, 1991), y son escasas las caracterizaciones regionales (Grandoso, 1966; Ortiz Maldonado y Caretta, 1991; Ortiz Maldonado *et al.* 1991). El único antecedente encontrado para la región pampeana es el trabajo de Salluzzi y Nuñez (1975), a partir de denuncias de productores de la zona, durante el período 1947-1961, que considera el número de denuncias pero no la superficie afectada.

Si bien el problema de la observación meteorológica del granizo existe en todo el mundo y sólo puede ser resuelto con métodos costosos, como redes de impactómetros o radares meteorológicos, países como los E.E.U.U., en los que existe una larga práctica de seguros agrícolas, cuentan desde hace tiempo con estadísticas siniestralas confiables que reemplazan con ventaja y economía a los datos meteorológicos. Por mejores que éstos sean, las evaluaciones de la peligrosidad del granizo basadas en datos meteorológicos dejan siempre un cierto nivel de incertidumbre, ya que es muy difícil estimar sus reales efectos sobre los cultivos afectados.

Las evaluaciones basadas en datos siniestralas brindan una evaluación mucho más directa y fácil de interpretar, y aunque en la Argentina este tipo de datos son escasos y poco sistemáticos, la actividad desarrollada durante la década del 80 por el ex

Instituto Nacional de Reaseguros (INDER) ha dejado un archivo suficiente como para servir de base para el presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron los promedios decádicos (81-90), provistos por el Instituto Nacional de Reaseguros (INDER), de superficies aseguradas y superficies siniestradas por partido o departamento para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, La Pampa y Santa Fe. Corresponden a los cultivos de trigo, maíz, soja y girasol, que por su importancia económica presentan mayor cantidad de superficie asegurada para la región (Figura 1).

El trigo se empleó para evaluar la peligrosidad de las granizadas primaverales, mientras que el maíz, la soja y el girasol se usaron, agrupados, como medida de las estivales. A fin de evitar distorsiones se excluyeron del análisis los partidos o departamentos en los cuales la superficie asegurada fuera inferior al 5 % de su total, para cultivos estivales y al 10 % para trigo, por lo que las zonas de escasa agricultura quedaron fuera del estudio.

En ambos casos, se calculó el porcentaje de daño para cada partido, como el cociente entre la superficie dañada y la superficie asegurada, volcándose los valores obtenidos en sendos mapas (Figuras 2 y 3), delimitándose áreas con diferentes niveles de peligrosidad, aunque sin poder determinar cómo se encuentra distribuida la superficie siniestrada dentro del departamento, lo que hubiera permitido una mejor definición.

Asimismo se utilizaron los datos de denuncias de superficies afectadas durante los años de 1986 y 1987, que lamentablemente fueron los únicos disponibles para esta variable que resulta extremadamente ilustrativa ya que permitió hacer un cotejo con las frecuencias de granizadas registradas en los observatorios meteorológicos indicadas en la Figura 1.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características regionales

Los mapas realizados identifican las zonas en las que la incidencia del granizo alcanzó su mayor

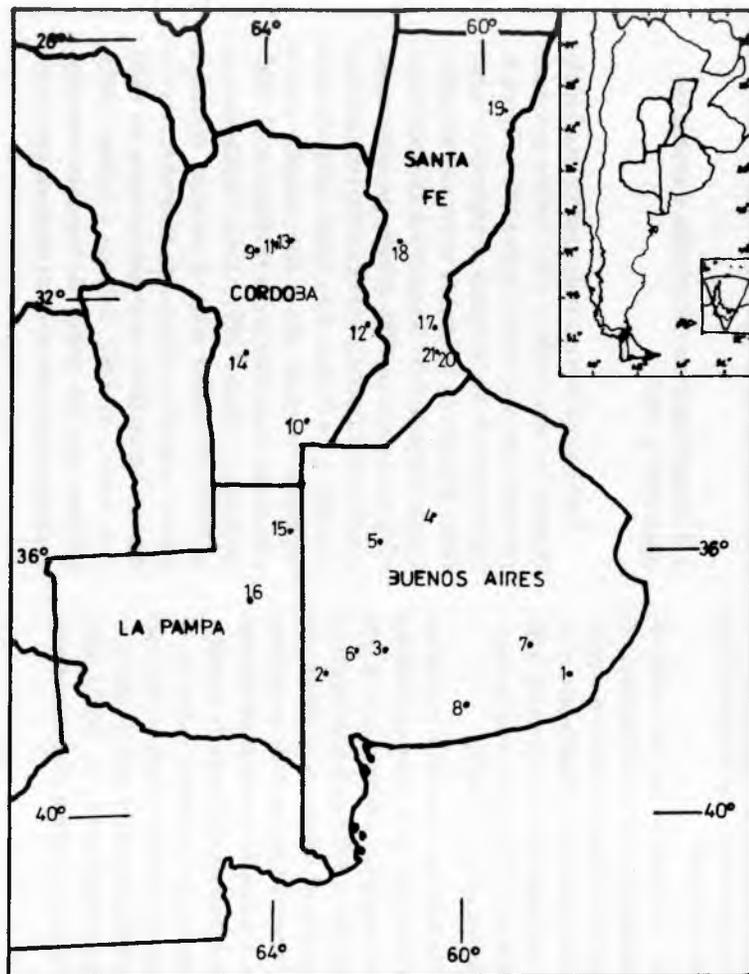


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y de las localidades incluidas en el Cuadro 2: (1) Balcarce; (2) Bordenave; (3) Coronel Suárez; (4) Nueve de Julio; (5) Pehuajó; (6) Pigüé; (7) Tandil; (8) Tres Arroyos; (9) Córdoba; (10) Laboulaye; (11) Manfredi; (12) Marcos Juárez; (13) Pilar; (14) Río Cuarto; (15) Gral. Pico; (16) Santa Rosa; (17) Oliveros; (18) Rafaela; (19) Reconquista; (20) Rosario; (21) Zavalla.

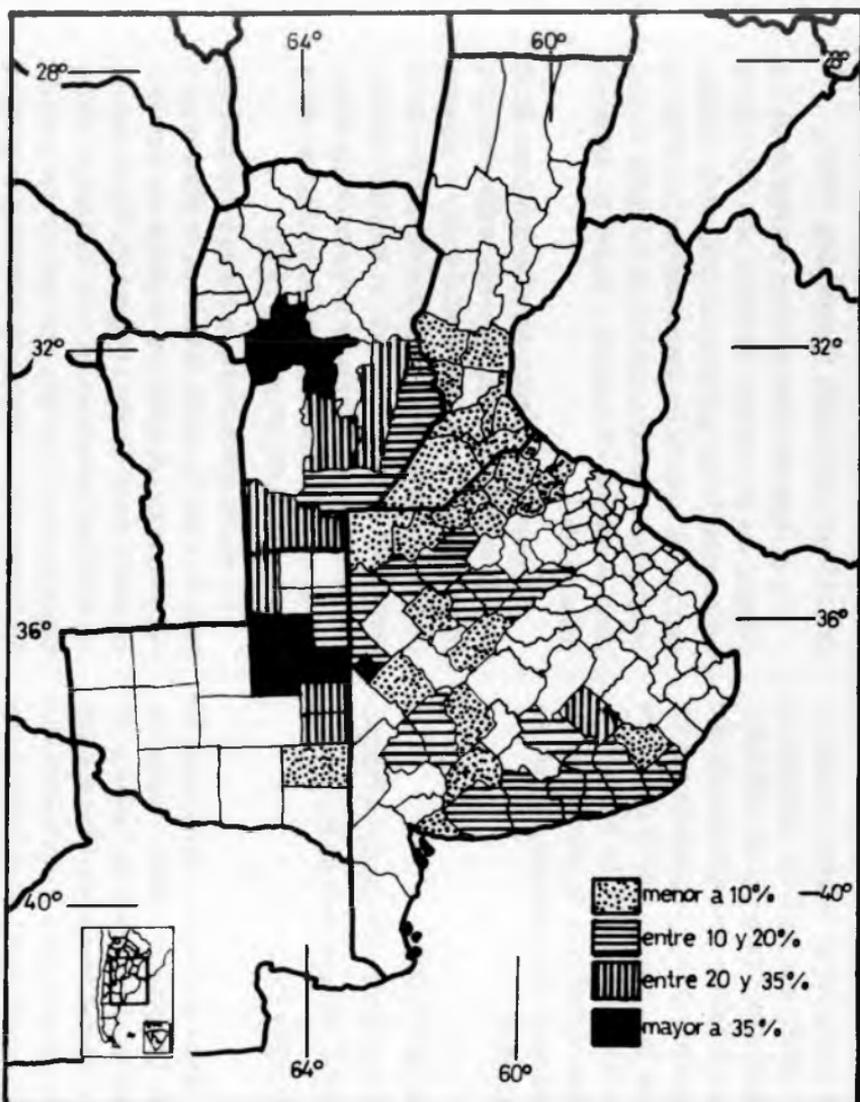


Figura 2. Porcentajes de daño (Superficie dañada/Superficie siniestrada) para el cultivo de trigo.

intensidad, en el promedio de 10 años considerado, así como el grado con que fue afectado el partido o departamento. Las áreas no señaladas corresponden, por su parte a situaciones en las que la superficie asegurada es muy pequeña lo que, en general, ocurre en los casos en que la ganadería predomina sobre la agricultura. En las Figuras 2 y 3, para los dos tipos de cultivos, se pueden identificar aproximadamente las siguientes zonas de máxima siniestralidad:

- Centro-oeste de Córdoba.
- Oeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa.
- Costa sudeste de la provincia de Bs. Aires.
- Sudoeste de Santa Fe.

Aunque las zonas de máximo porcentaje de daño concuerdan bastante en ambos mapas, su intensidad es mucho menor para los cultivos de verano que para el trigo. Esto podría deberse a que las superficies aseguradas para los primeros son menores, y a que, por su época de ocurrencia, de fines de primavera y comienzos de verano (Salluzzi y Nuñez, 1975), las granizadas afectan más al trigo que a los cultivos de verano.

En la Figura 4 se observa que las zonas de máximo daño concuerdan, salvo la del sudoeste de Santa Fe, con las de máximas frecuencias medias anuales de días con granizadas (Hoffmann *et al.* 1987), de pasaje de líneas de inestabilidad (Lichtenstein y Schwarzkopf, 1970) y de días con tormentas eléctricas (Hoffmann *et al.* 1987).

La zona de Córdoba está ubicada al este de las Sierras, lo que indica que las tormentas tendrían una componente orográfica importante, a la que deben sumarse los efectos de la baja termoorográfica del Noroeste Argentino (Lichtenstein, 1980), y de la advección de humedad por parte de los vientos del este y noreste. Esta región presenta un máximo secundario en la formación de líneas de inestabilidad, pasando por ella en promedio entre 5 y 10 por año (Lichtenstein y Schwarzkopf, 1970), y un máximo en la frecuencia anual media de días con tormentas eléctricas (Hoffmann *et al.* 1987), aunque debe señalarse que este último factor no siem-

pre provoca granizadas (Landsberg, 1969).

En el oeste de Buenos Aires y noroeste de La Pampa, los porcentajes de daños son del mismo orden para el trigo que para los cultivos de verano, aunque las superficies aseguradas para el primero son mayores. Se trata, como la de Córdoba, de una zona de máxima formación y pasaje de líneas de inestabilidad.

El sudeste de Buenos Aires se comporta de la misma manera que las regiones anteriores con respecto a las líneas de inestabilidad y al número de días de granizadas. La entrada de aire frío en el continente caliente, provoca su inestabilización, siendo otro proceso formador de tormentas graniceiras, al que se suma el efecto de las Sierras de la Ventana y Tandil (Prohaska, 1952).

La región del sudoeste de Santa Fe no está tan bien definida como las anteriores, registra menores porcentajes de daño y no presenta alta frecuencia media anual de días con granizo. Las líneas de inestabilidad presentan una alta frecuencia media de pasaje con 15 por año, pero por ser una zona de disipación de las mismas, la ocurrencia de granizo es mucho menor (Trewartha, 1968).

2. Comportamiento del granizo durante los años 1986 y 1987

Los datos de denuncias de superficies afectadas durante los años 1986 y 1987, fueron agrupadas por mes y por provincia (Cuadro N°1 y Figura 5). En ninguno de los dos años se registraron superficies dañadas en los meses invernales de julio y agosto. Durante 1987 la superficie afectada fue un 42% menor que en 1986 debido, principalmente, a la disminución de los valores en las provincias de Córdoba y La Pampa. Esta fuerte variación en la superficie afectada año a año coincide con la encontrada para otras zonas (Salluzzi *et al.* 1987; Bastanski y Ruiz, 1991; Ortiz Maldonado *et al.* 1991). En ambos años, la máxima superficie dañada ocurrió en el mes de diciembre, con un máximo secundario, en el mes de marzo, en 1986, y en enero, en 1987. Salluzzi y Nuñez (1975) hallaron que los meses de máxima actividad, evaluada a través del número de denuncias fueron

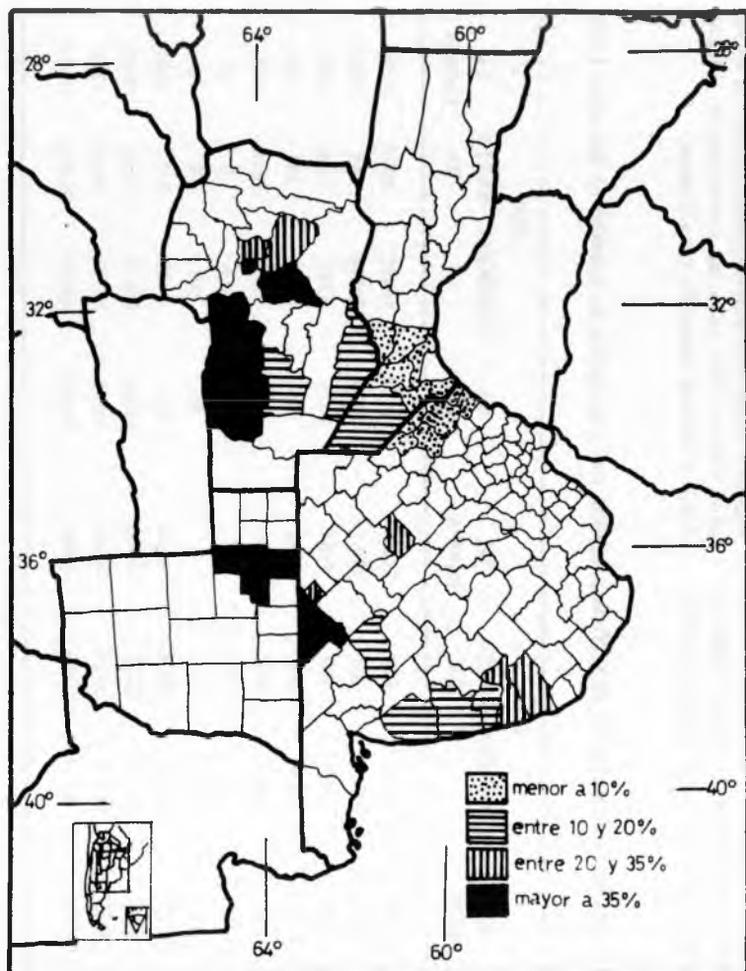


Figura 3. Porcentajes de daño (Superficie dañada/Superficie siniestrada) para los cultivos de maíz, soja y girasol.



Figura 4. Isolneas de: (-----) pasaje de líneas de inestabilidad en 10 años (Lichtenstein y Schwarzkopf, 1970); (—) frecuencia anual media de días con granizadas período 1951-1980 (Hoffmann et al., 1987); (.....) frecuencia anual media de días con tormentas eléctricas período 1971-1980 (Hoffmann et al., 1987) para la región de estudio.

setiembre, octubre y noviembre, produciéndose en este último mes el máximo absoluto. Aunque el análisis de sólo dos años no permite extraer conclusiones definitivas, es posible que, aunque en noviembre se produce el mayor número de denuncias, es en diciembre cuando se producen los mayores daños. Ello podría deberse a que, por el mayor calentamiento de la superficie terrestre, las granizadas son más severas y afectan mayores superficies (Ortiz Maldonado y Caretta, 1991), y a que el trigo, que es el cultivo más afectado, está en madurez, subperíodo crítico a esta adversidad. La consideración de la etapa vegetativa de los cultivos en el momento de ocurrencia de las granizadas pone en evidencia el relativo valor de las evaluaciones basadas exclusivamente en datos meteorológicos.

Con las limitaciones antes señaladas, los datos de ambos años permiten inferir que la época de mayor frecuencia de granizadas se va atrasando de este a oeste. Concordando con lo observado por Salluzzi y Núñez (1975), en la provincia de Santa Fe parece ser a fines de primavera y principios del verano, mientras que para Buenos Aires y La Pampa (Figura 5), la época de mayor daño se traslada a los meses de verano (diciembre y enero).

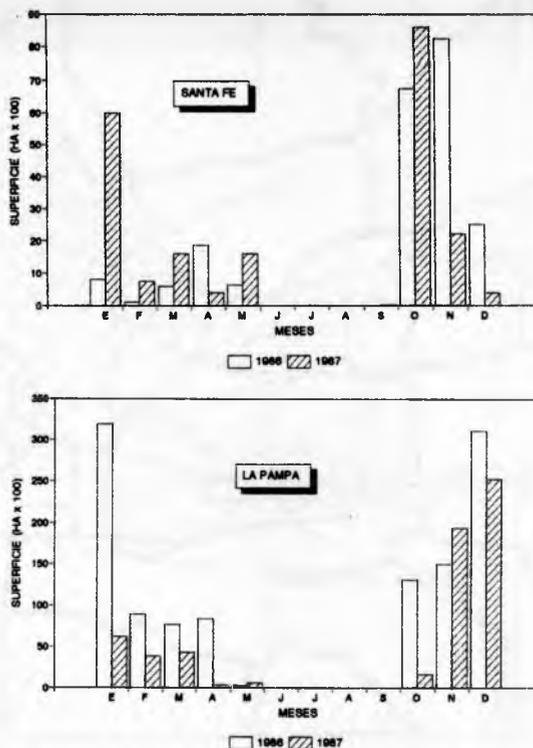


Figura 5. Superficie mensual afectada (en ha) en los años 1986 y 1987, para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa.

Cuadro N° 1. Totales mensuales de superficie afectada para la región de estudio en los años 1986 y 1987.

MESES	1986				1987			
	BS. AIRES	CORDOBA	SANTA FE	LA PAMPA	BS. AIRES	CORDOBA	SANTA FE	LA PAMPA
ENERO	25348	32242	809	31894	38524	16485	6004	6190
FEBRERO	5409	80857	105	8865	1930	20599	758	3915
MARZO	5100	92071	590	7588	8678	8887	1606	4314
ABRIL	1545	3049	1877	8292	615	8626	393	333
MAYO	167	6340	628	270	212	4616	1618	615
JUNIO	0	0	0	0	0	315	0	0
SETIEMBRE	0	0	0	0	86	167	40	0
OCTUBRE	9018	6422	6767	13110	811	3625	8574	1664
NOVIEMBRE	36023	22671	8225	14980	13962	20912	2229	19405
DICIEMBRE	53163	43079	2520	31066	70278	23777	3642	5281
TOTAL	135773	286731	21521	116065	135096	108009	21586	61717

El comportamiento en el caso de Córdoba no está muy determinado, aunque existe una leve tendencia a que los mayores daños ocurran a fines del verano. Esto resulta coherente con el tipo de procesos atmosféricos que intervienen en cada caso. En el este, donde predominan los mecanismos de frente frío, el máximo coincide con la época de mayor pasaje de los mismos. En el oeste, donde adquiere importancia la contribución de la convección térmica debido al calentamiento superficial, el máximo se traslada a fines del verano.

Las estadísticas meteorológicas reflejan parcialmente el comportamiento del fenómeno debido a la baja densidad de las estaciones, pero más aún a causa de la pequeña superficie sobre la que se efectúa la observación. El Cuadro N°2 exhibe los valores medios y máximos anuales, éstos últimos con sus respectivos años de ocurrencia, registrados por el Servicio Meteorológico Nacional (1993) durante la década 1981-1990, así como la cantidad de denuncias efectuadas durante los años 1986 y 1987 en los respectivos partidos o departamentos. Para evitar posibles sobreestimaciones,

Cuadro N° 2. Número de "rachas" de granizo para los años 1986 y 1987 y número medio y máximo de granizadas para la década 1981-1990 (Servicio Meteorológico Nacional, 1993)

LOCALIDAD	DEPTO O PARTIDO	1981-1990	MAXIMO 81-90	1986	RACHAS 1986	1987	RACHAS 1987
Balcarce INTA (1)	BALCARCE	0,8	2 (1990)	8	7	5	3
Bordenave INTA (2)	PUAN	S/D	S/D	14	7	12	6
Cnel. Suarez AERO (3)	CORONEL SUAREZ	0,1	1 (1983)	14	9	9	5
Nueve de Julio (4)	NUEVE DE JULIO	0,6	1 (1982)	10	6	7	5
Pehuajo AERO (5)	PEHUAJO	0,7	2 (1983)	8	6	1	1
Pigue AERO (6)	SAAVEDRA	S/D	S/D	11	7	10	4
Tandil AERO (7)	TANDIL	0,6	2 (1982)	20	11	12	5
Tres Arroyos II (8)	TRES ARROYOS	0,7	3 (1981)	33	15	21	8
Córdoba AERO (9)	CAPITAL	1	3 (1983)	4	4	8	5
Córdoba OBS. (9)	CAPITAL	1,8	4 (1985)	4	4	8	5
Laboulaye AERO (10)	PTE. R. SAENZ PEÑA	0,8	2 (1986)	16	11	9	6
Manfredi INTA (11)	RIO PRIMERO	0,1	S/D	11	9	3	3
Marcos Juarez AERO (12)	MARCOS JUAREZ	0,8	3 (1986)	18	13	8	5
Marcos Juarez INTA (12)	MARCOS JUAREZ	2	4 (1981)	18	13	8	5
Pilar OBS. (13)	RIO PRIMERO	1,9	5 (1983)	11	9	3	3
Rio Cuarto AERO (14)	RIO CUARTO	1,8	4 (1985)	64	25	38	15
Gral. Pico AERO (15)	MARACO	0,4	2 (1987)	11	9	3	3
Santa Rosa AERO (16)	CAPITAL	2,2	7 (1989)	31	15	22	12
Oliveros INTA (17)	IRIONDO	0,8	2 (1983)	14	8	7	6
Rafaela INTA (18)	CASTELLANOS	1,6	4 (1985)	1	1	1	1
Reconquista AERO (19)	GRAL. OBLIGADO	0,1	1 (1987)	7	6	10	6
Reconquista INTA (19)	GRAL. OBLIGADO	0	0	7	6	10	6
Rosario AEREO (20)	ROSARIO	0,4	2 (1988)	1	1	1	1
Sauce Viejo AERO (21)	CAPITAL	0,4	1 (1982)	-	-	1	1
Zavalla (22)	ROSARIO	0,3	1 (1981)	1	1	1	1

las fechas de denuncias se agruparon por "rachas", considerándose una ocurrencia de granizo cuando se hubieran denunciado daños en superficies del partido o departamento dos o más días seguidos, o con una diferencia de tres o menos días.

Se observa una gran diferencia entre los valores máximos de la década y los obtenidos contabilizando las rachas. En cuatro estaciones, los máximos anuales se registraron en los años estudiados. En tres estaciones la cantidad de denuncias fue muy superior a la de observaciones meteorológicas, mientras que para el departamento de Maracó, provincia de La Pampa, el máximo, ocurrido en 1987, fue de 2 granizadas por año, según la estadística, y de 3, según las denuncias.

En algunos casos, las "rachas de granizadas" ocurridas durante los años 1986 y 1987, son mucho mayores que los valores máximos de las estadísticas, como son los casos de Tandil y Tres Arroyos (pcia. de Buenos Aires), Marcos Juárez y Río Cuarto (pcia. de Córdoba), y el departamento Capital (pcia. de La Pampa). En todos los partidos mencionados el porcentaje de daño es alto, entre 40 y 75%, excepto en los partidos de la pcia. de Buenos Aires, donde disminuye, siendo entre 10 y 28% (Figuras 2 y 3).

Lo expuesto pone de manifiesto la necesidad de disponer de buenas estadísticas siniestral, tanto para la planificación de su lucha, como para el cálculo de seguros y reaseguros y toda otra labor de control y planificación en que deban tenerse en cuenta los riesgos que provoca.

CONCLUSIONES

Las áreas de mayor peligrosidad de las granizadas para el cultivo de cereales en la región pampeana, son:

- Centro-oeste de Córdoba.
- Oeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa.
- Costa sudeste de la provincia de Bs. As.
- Sudoeste de Santa Fe.

Los resultados obtenidos muestran que la superficie afectada por el granizo en la región es importante, afectando significativamente a una de las actividades de mayor importancia, lo que indica la necesidad de profundizar el estudio de este fenómeno. Debe señalarse que el presente trabajo se restringe a las áreas de cultivo de cereales, pudiendo existir otras, con distinto grado de peligrosidad, que no han sido detectadas por no realizarse dichos cultivos.

Asimismo, surge que las observaciones ordinarias que se practican en las estaciones meteorológicas no alcanzan a mostrar la real magnitud de este fenómeno, debido a su carácter aleatorio, tanto espacial como temporal. El uso de impactómetros o radares meteorológicos podría llegar a suplir la carencia de información, pero su elevado costo los convierte en opciones poco adecuadas para las posibilidades de la Argentina, con el inconveniente adicional de no brindar una medida directa de los daños sobre los cultivos.

Una mejor forma de evaluar la peligrosidad del granizo sería a través de un sistema cooperativo de estadística siniestral, que se podría integrar con las estadísticas de siniestro que llevan las distintas compañías aseguradoras que operan en la región. Las estadísticas de siniestros son la herramienta más eficaz para la evaluación de la peligrosidad del granizo y como se ha visto, pueden llenar el gran vacío que dejan los datos meteorológicos corrientes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento por la gentil colaboración recibida de parte de las autoridades del ex INDER, y muy especialmente la de los responsables del departamento técnico correspondiente. Ings. Agrs. Juan Manzi y Horacio Bibiano, así como al Sr. Gerente General José Rodríguez.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA**, 1993. Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climatológicas 1981-1990. 709 pp.
- BASTANSKI, M. Y J. RUIZ**, 1991. Estudio de las tormentas de granizo a partir de información periodística. *Anales del Congremet* 17:57-58.
- GRANDOSO, H.** 1966. Distribución temporal y geográfica del granizo en la provincia de Mendoza y su relación con algunos parámetro meteorológicos. *Serie Meteorología*, (1)7. U.B.A. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 70 pp.
- HOFFMANN, J.A., A. GOMEZ Y S. NUÑEZ**, 1987. Los campos medios anuales de algunos fenómenos meteorológicos. *Anales del II Congreso Interamericano de Meteorología y V Congreso Argentino de Meteorología*, 13.3.1-5.
- LANDSBERG, H.** 1969. *Physical Climatology*. 2d. edition. Ed. Gray Printing Company Inc. Pennsylvania. 446 pp.
- LICHTENSTEIN, E. R.** 1980. La depresión del noroeste argentino. Tesis doctoral. Departamento de Meteorología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
- LICHTENSTEIN, E. R. Y M. L. A. SCHWARZKOPF**, 1970. Aspectos estadísticos de las líneas de inestabilidad en la Argentina. *Meteorológica*. (1)1:3-12.
- NEWTON, C.W.** 1950. Structure and mechanism of the prefrontal squall-line. *Journal of Meteorology* (7)3:450-453.
- ORTIZ MALDONADO, A. Y A. CARETTA**, 1991. Características graniceras del sur de Mendoza. *Actas de la V Reunión Argentina de Agrometeorología*:139-145.
- ORTIZ MALDONADO, A., A. COLOMBO Y M. GARRETON**, 1991. El distanciamiento entre cultivos como método pasivo de defensa contra el granizo. *Actas de la V Reunión Argentina de Agrometeorología*:146-154.
- PROHASKA, F. J.** 1952. Regimenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15°S hasta Antártida). *Meteoros*. 2(1-2):66-100.
- SALLUZZI, M. E. Y J. M. NUÑEZ**, 1975. Comportamiento de granizadas sobre diversas áreas cultivadas del país. *Geoacta*, 7(2):77-90.
- SALLUZZI, M.E. Y E. LICHTENSTEIN**, 1986. El granizo de Córdoba del 17 de noviembre de 1981. *Geoacta*. 13(2):261-271.
- SALLUZZI, M.E., J. LASSIG, L. LEVI Y L. LUBART**, 1987. Estudio de una tormenta convectiva ocurrida en el Alto Valle. Parte 1: procesos atmosféricos. *Anales del II Congreso Interamericano de Meteorología y V Congreso Argentino de Meteorología*, 7.9.1-5.
- SALLUZZI, M.E., L. LEVI, L. LUBART Y J. LASSIG**, 1991. Comportamiento de una serie de grandes eventos convectivos ocurridos sobre el territorio del país. *Anales del Congremet* 17: 5-6.
- TREWARTHA, G.** 1968. An introduction to climate. 4th. edition. Ed. McGraw-Hill Book Company. 408 pp.