

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PÉRDIDAS POR GRANIZO EN LOS OASIS DE LA PROVINCIA DE MENDOZA E IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS

María Eugenia Van den Bosch

EEA Mendoza, CR Mendoza San Juan INTA, San Martín 3853 (5507) M. Drummond, Mendoza

vandenbosch.maria@inta.gob.ar

Resumen

Recibido: 12/2021

Aceptado: 04/2022

Palabras clave

Granizo.

Riesgo.

Eventos extremos.

Evaluación económica.

Una de las principales amenazas a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de Mendoza son las tormentas de granizo, las cuales crean un factor de disturbio de las previsiones productivas; si bien constituye un evento de naturaleza aleatoria, la distribución espacial y los niveles de intensidad (y de daño) adquieren aspectos diferenciales según la zona. El objetivo del presente fue evaluar las pérdidas económicas en los cultivos y determinar frecuencia y magnitud de los fenómenos extremos, recurriendo como fuente de información primaria a los registros de denuncias de estos siniestros. A partir de esta información de naturaleza observacional se calcularon las pérdidas económicas atribuibles al impacto de las “mangas de piedra” y se identificaron los fenómenos que por su impacto se calificaron como extremos y muy extremos. Esto permitió calificar a los distintos departamentos según su riesgo y la ocurrencia de eventos extremos, como así también el comportamiento de cada campaña desde 1993 hasta 2019, lo que permitirá aportar a la generación de modelos tendenciales de estos fenómenos. Estos modelos serán de utilidad para la formulación de estrategias de gestión del riesgo climático y a la planificación territorial.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

ECONOMIC ASSESSMENT OF HAIL LOSSES IN THE OASES OF MENDOZA PROVINCE AND EXTREME EVENTS IDENTIFICATION

María Eugenia Van den Bosch

EEA Mendoza. CR Mendoza San Juan INTA. San Martín 3853 (5507) M. Drummond. Mendoza

vandenbosch.maria@inta.gob.ar

Abstract

KEYWORDS

Hail.
Risk.
Extreme events.
Economic assessment.

Hailstorms are one of the main threats to the sustainability of agricultural systems in Mendoza, which generate a disturbance factor for production forecasts; although they constitute events of random nature, the spatial distribution and the levels of intensity (and damage) acquire differential aspects depending on the allocation. The goal of the present work was to evaluate the economic losses in crops and determine the frequency and magnitude of extreme phenomena, resorting as primary source of data the records of complaints of these disasters. The economic losses attributable to the impact of "*mangas de piedra*" were calculated from this information of observational nature, and the phenomena in each campaign were then classified as extreme and very extreme, due to their relative level of losses. This work allowed qualifying the different departments according to their risk and the occurrence of extreme events, as well as the behavior of each campaign from 1993 to 2019, which will contribute to the generation of trend models of these phenomena. These models will be useful for the formulation of management strategies of climate risk and territorial planning.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

1. INTRODUCCIÓN

El agroecosistema de la provincia de Mendoza, caracterizado por sistemas de producción intensivos bajo riego, está expuesto a varias contingencias climáticas, siendo las tormentas graniceras y las heladas las más frecuentes.

La ocurrencia de las precipitaciones de granizo no es espacialmente homogénea, se presenta a manera de *mangas* y su incidencia es diferente tanto por razones meramente meteorológicas, como por el nivel de precipitación u orográficas (Ortiz Maldonado, Fornero & Caretta, 1990). Constituyen fenómenos de baja probabilidad de ocurrencia y alto impacto y por lo tanto califican como “*shocks*” dentro de las evaluaciones (Chavez, Conway, Ghil & Sadler, 2015). Turner *et al.* (2003) denominan *perturbaciones* a los eventos que generan “picos de presión”, originados generalmente fuera del sistema, con ocurrencia más allá de la variabilidad normal en la que opera. En cambio, el “*stress*” implica una presión continua o de incremento gradual, (por ejemplo, la degradación del suelo) comúnmente dentro del intervalo normal de variabilidad (Gallopín, 2006).

Dentro de los eventos de tipo “*shock*”, los **eventos extremos** constituyen una faceta de la variabilidad climática, cuando la variable adquiere valores por arriba o debajo de determinado umbral; se caracterizan por tener consecuencias catastróficas, son de ocurrencia repentina y su baja probabilidad puede tornarse en incertidumbre. Constituyen una discontinuidad con el flujo previo de acontecimientos (Chanel & Chichilnisky, 2013). El IPCC (2012) además califica de **evento meteorológico** a aquellos de duración corta (horas o escasos días) como es el caso de las tormentas y **evento climático** a los que ocurren en escalas mayores, citando como ejemplo, las sequías.

Los aspectos relevantes para la definición de extremos climáticos desde una perspectiva de impacto, consideran la duración del evento, el área espacial afectada, oportunidad, frecuencia, fecha de inicio, continuidad (es decir, si hay interrupciones). Según el IPCC (2012) la definición precisa de evento extremo no existe, aunque esta dificultad se presenta más cuando se trata la distribución de la peligrosidad del evento y la complejidad de vincularlo a los daños (y a sus distribuciones) que a los riesgos donde las pérdidas constituyen directamente el impacto del evento. “No todo evento climático extremo genera un impacto extremo” (IPCC, 2012:117) como tampoco es necesario un evento extremo para desencadenar desastres.

Las tormentas graniceras constituyen un fenómeno meteorológico, que como en todo evento perturbador, pueden atribuírsele distintos atributos:

- a- Peligro o **amenaza** es el fenómeno en sí, actividad humana o condición perturbadora con potencialidad de ocasionar daños.
- b- La **incidencia** cuantifica la frecuencia de eventos.
- c- La **intensidad** es un indicador de la potencia o magnitud.
- d- La **duración**, indicador de la escala temporal.
- e- El **alcance** o extensión espacial.
- f- La **peligrosidad** es un atributo intrínseco del fenómeno, entendido como la conjugación de los atributos anteriores (Alwang, Siegel & Jørgensen, 2001).

Los agroecosistemas, como otros sistemas socio ecológicos, están expuestos a diversas amenazas, frecuentemente de naturaleza multiescalar e interrelacionados, también pueden combinarse dos o más episodios a modo de “tormenta perfecta” constituyendo otro fenómeno con distribuciones específicas. Estos son eventos compuestos o múltiples que ocurren en forma

simultánea o sucesiva o una combinación sinérgica que acentúa el impacto (IPCC, 2012), por ejemplo, una temporada extremadamente lluviosa seguida de otra de sequía y altas temperaturas agrava significativamente el riesgo de incendio.

Los peligros, más allá de los climáticos, pueden tipificarse de acuerdo al destinatario del daño (Komarek, De Pinto & Smith, 2020):

- a- **Productivos**, cuando afectan cuali/o cuantitativamente a la cosecha o a otros bienes durables, responden a causas ecosistémicas tales como variables climáticas, plagas, enfermedades, incendios, etc., alcanzando en este grupo otros problemas de naturaleza edafológica como la salinización o la presencia de minerales tóxicos, sin descartar algunos de origen antropogénico.
- b- **Económico Comerciales**, enfocados al precio del producto, a los costos y también de acceso comercial, con causas múltiples derivadas o no de las anteriores. Las normativas comerciales internacionales se incluyen asimismo en este rubro.
- c- **Institucionales** tales como modificaciones no predecibles en las regulaciones tanto de organismos formales como no (socios comerciales, organizaciones de productores, etc.) (Harwood, Heifner, Coble, Perry, & Somwaru, 1999).
- d- **Personales** son específicos a problemas relacionados con la salud o las relaciones personales y que afectan el funcionamiento de la explotación agropecuaria. Las lesiones por uso de la maquinaria (Arana *et al.*, 2010), enfermedades o decesos familiares, intoxicaciones por fitofármacos, zoonosis, se tipifican en este grupo como así también los relacionados con conflictos familiares o de sociedades.
- e- **Financieros** son los vinculados al flujo de caja y a las obligaciones crediticias, a las tasas de interés o condiciones financieras que pueden facilitar u obstruir el desempeño de la explotación y la reproducción del ciclo productivo.

La **vulnerabilidad** constituye un atributo propio del mismo sistema socio ecológico, entendida como la calidad o estado potencial o predisposición a ser afectado significativamente en su estructura y/o funcionamiento por un agente perturbador específico y particular, tanto como impotencia o marginalidad en la capacidad de reacción frente a determinado evento o agente peligroso (Adger, 2006). La **susceptibilidad** de ser lesionado por un fenómeno adverso, la potencialidad de ser modificado o transformado cuando enfrenta una perturbación está determinada por las propiedades internas del mismo sistema (Gallopín, 2006). Adger (2006) recurre al término de **sensibilidad** con la misma definición anterior. Está dada por las características y las circunstancias del sistema, que lo hacen más o menos frágil a los efectos dañinos que podría producir una amenaza particular (Brooks, 2003) y constituye el antónimo de **robustez** (Urruty, Tailliez-Lefebvre & Huyghe, 2016). **Resistencia** indica el grado de dificultad de cambiar el sistema frente a un impacto y puede asimilarse al anterior (Walker, Holling, Carpenter & Kinzig, 2004). La **capacidad** entendida como el conjunto de atributos económicos, culturales, sociales e institucionales que conjugan fortalezas es otro atributo moderador; la vulnerabilidad se considera también como la falta de capacidades (Sen, 1983). Cardona *et al.* (2012) señalan algunas capacidades para reducir la vulnerabilidad: capacidad de anticipación, capacidad de respuesta, capacidad de recuperación y cambio.

Afrontamiento se lo entiende como la capacidad de abordar situaciones adversas mediante el uso de habilidades, recursos y oportunidades (IPCC, 2012).

En cambio, el concepto de **resiliencia** implica la capacidad del sistema de reorganizarse luego de haber sufrido un daño (Gallopín, 2006), mientras experimenta cambios para conservar esencialmente la misma función, estructura, identidad y retroalimentaciones; en otras palabras, permanecer en la misma cuenca de atracción. Presenta múltiples atributos, pero algunos aspectos son críticos:

- a- **Latitud**, entendida como el máximo de cambio que el sistema puede asimilar sin perder su capacidad de recuperarse, lo que los autores denominan el “ancho de la cuenca de atracción” o umbral.
- b- **Precariedad**: indica qué tan cerca se encuentra actualmente de un límite o “umbral” que, de ser superado, dificulta o imposibilita la recuperación.
- c- **Panarquía**: vincula los atributos anteriores por la dinámica de escalas distintas a la de interés. (Walker, Holling, Carpenter & Kinzig, 2004).

Se entiende como **capacidad adaptativa** la habilidad del sistema de modificar su estructura o funcionamiento para reducir su vulnerabilidad frente a determinado peligro (Adger, 2006), en general originado por el componente social del sistema con recursos para controlar la trayectoria, modificar la topología o implementar procesos reactivos. Es la capacidad de los actores para gestionar la resiliencia. La **transformabilidad** es la capacidad de generar nuevas configuraciones sostenibles del sistema frente a una trayectoria evolutiva inviable; al decir de los autores: “la creación de un nuevo paisaje de estabilidad” (Walker *et al.*, 2004).

La **exposición** mide el grado, la duración y/o la extensión en que el sistema estuvo en contacto o sujeto a la perturbación, entendiéndose que el grado de daño experimentado o nivel de desventaja se atribuyen a su localización o estacionalidad y complementa la sensibilidad. Es una propiedad vinculada a las relaciones del sistema y el evento perturbador del entorno y no del sistema en sí (Gallopín, 2006).

El **riesgo** constituye el indicador compuesto que conjuga la peligrosidad del evento con la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios y la exposición, y puede evaluarse a través de las pérdidas ocasionadas por el evento (Adger, Brooks, Bentham & Agnew, 2004). El IPCC (2012) adhiere a una definición semejante.

Si bien el concepto de riesgo implica el conocimiento de una distribución de probabilidad de ocurrencia, a diferencia de la incertidumbre donde este estadístico es desconocido, siempre los estudios enfrentan problemas de información incompleta o imperfecta (Komarek *et al.*, 2020). Hardaker (2000) menciona tres interpretaciones del riesgo: a- la chance de un mal resultado, b- la variabilidad de estos resultados (contrario a la estabilidad), c- incertidumbre.

El **riesgo** en este trabajo se lo concibe como:

“la probabilidad de que ocurra un daño o una pérdida de carácter económico, social o ambiental sobre un elemento dado (personas, elementos materiales o ambientales) en un determinado sitio y en un periodo determinado” (Basualdo, Berterretche & Vila, 2015:16).

Niall & Walsh (2005) estimaron la peligrosidad granicera y su tendencia con el cambio climático a partir de registros meteorológicos y modelos en una región australiana. McMaster (2001) recurrió a la evaluación del riesgo de granizo en Australia a datos meteorológicos (frecuencia de eventos en escala de distritos) y a denuncias de seguros; a partir de estos calculó las pérdidas netas en cereales y formuló un índice de severidad. Si bien encontró correlaciones entre la ocurrencia (peligrosidad) y los daños por denuncias, estos últimos aportaban mayor información que los primeros, evidentemente por describir el riesgo en forma directa. Botzen, Bouwer & van den Bergh (2010) hallaron una correlación significativa entre el incremento de las temperaturas y los daños ocasionados por granizo en Holanda.

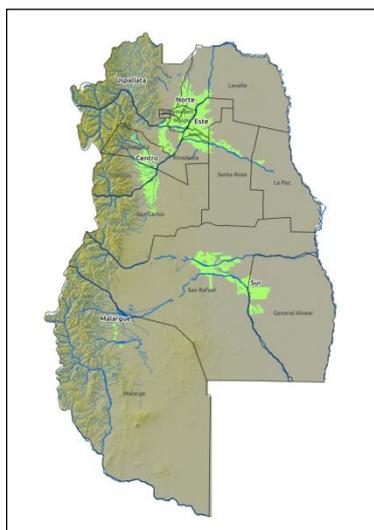
En 2020 fue presentado el cálculo de pérdidas por granizo en todos los estados de Estados Unidos recurriendo a información de la Risk Management Agency (RMA) del USDA, con data desde 1987 hasta la actualidad con resolución espacial a escala de condado contrastados con los datos censales (Bogen, Allen & Heumann, 2020).

Este trabajo aspira a realizar una estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por las tormentas graniceras de naturaleza extrema, a escala de los departamentos con actividad agropecuaria relevante de la provincia de Mendoza recurriendo como principal fuente de información a los registros históricos de daños.

2. METODOLOGÍA

Los oasis de la provincia de Mendoza. Un agroecosistema diversificado y heterogéneo

Figura 1 Provincia de Mendoza. Departamentos y oasis bajo riego



Fuente: Fuente: INTA. Elaboración propia.

La configuración de sistemas productivos varía según el departamento, aunque los más frecuentes y extendidos corresponden a viñedos, frutales de carozo, pepita, nogales y olivos y el resto son fundamentalmente cultivos hortícolas. A lo largo del periodo de análisis estos han ido evolucionando y mutando. La Tabla 1 refleja los valores correspondientes al final del periodo analizado.

Tabla 1 Provincia de Mendoza. Superficie implantada por grupo de cultivos. 2018

Cultivo	Ha	EAP
Vid	131.184	8.939
Olivo	15.825	2.127
Frutales de carozo	15.246	3.629
Frutales de pepita	4.880	278
Nogales	5.874	566
Almendros	2.494	135
Hortalizas	32.638	3.115
Otros	58.498	
TOTAL	266.639	*

Fuente: CNA2018

* No se consigna el total porque no corresponden a categorías excluyentes

3. LAS FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LAS ESTIMACIONES

3.1 Pérdidas de cantidades físicas de producción

Los informes de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC)¹ del Gobierno de Mendoza constituyen la fuente de datos más importante. Este organismo publica anualmente desde 1993 hasta la fecha el resumen a escala departamental de las denuncias por daños; este intervalo conforma el periodo de referencia de este trabajo y los promedios de pérdidas la línea base; en este caso se presenta como estática porque no hay evidencia estadística de tendencias. La elección del periodo de referencia puede ser relevante dado que en ese lapso podrían haber existido respuestas adaptativas –de hecho, las hubo con la instalación de sistemas pasivos de defensa y relocalizaciones, además de la discutida lucha activa-. Incluir los factores de adaptación en las evaluaciones complicaría significativamente las evaluaciones por la complejidad de múltiples factores, muchos de índole no física (IPCC, 2012).

La DACC provee información de superficie de cultivos afectados discriminando las pérdidas de producción en tres estratos: menos del 50%, 50% -79% y 80% y más de daño, además presenta las áreas afectadas por pérdidas según grupo de cultivos (vid, frutales, hortalizas y otros); estos datos permitieron estimar para cada departamento, ciclo productivo y grupo de cultivos, el volumen de la producción perdido recurriendo a rendimientos promedio de cada zona y calculando una media ponderada cuando se trate de agrupamientos (parral y espaldero, distintos frutales, etc.).

Así el cálculo de las pérdidas en volúmenes fijos se realizó de la manera siguiente de acuerdo a la ecuación 1

$$(1) \quad KG_{aic} = \sum_{d=1}^3 A_{adci} * R_{ac}$$

KG_{aic} = Volumen físico de la producción perdida en el departamento a para el cultivo c en el año i (kg).
 A_{adci} = Superficie declarada del cultivo c en el año i en el departamento a para cada nivel de daño d (ha).
 R_{ac} = Rendimiento promedio del cultivo c en el departamento a (kg/ha).

3.2 Pérdidas económicas de la producción por cultivo

La valoración económica del volumen no cosechado se realizó recurriendo a un precio promedio ponderado de los componentes del grupo actualizando la serie anual de 30 años.

$$(2) \quad V_{aci} = KG_{aic} * P_{ac}$$

V_{aci} = Valor monetario de la producción perdida en el departamento a para el cultivo c en el año i (\$).
 KG_{aic} = Volumen físico de la producción perdida en el departamento a para el cultivo c en el año i (kg).
 P_{ac} = Precio promedio pagado al productor de la producción del cultivo c en el departamento a (\$/kg).

3.3 Pérdidas económicas de la producción por departamento

Esta operación (generalizada en la ecuación 3) permitió agrupar los valores anteriores en un solo indicador anual por departamento.

$$(3) \quad V_{ai} = \sum_{c=1}^4 V_{aci}$$

¹ <http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/web1/estadisticas.php>

V_{ai} = Valor monetario de la producción perdida en el departamento a para todos los cultivos en el año i (\$).

V_{aci} = Valor monetario de la producción perdida en el departamento a para el cultivo c en el año i (\$).

4. VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN (VBP) ANUAL

Se entiende por VBP al producto de la superficie cultivada de cada especie por los rendimientos por su precio promedio de acuerdo a lo expresado en la ecuación 3:

$$(4) \quad VBP_{ai} = \sum_{c=1}^4 SUP_{aci} * R_{ac} * P_{ac}$$

VBP_{ai} = Valor Bruto de la Producción anual del departamento a para el año i.

SUP_{aci} = Superficie implantada del cultivo c en el año i en el departamento a.

R_{ac} = Rendimiento promedio del cultivo c en el departamento a.

P_{ac} = Precio promedio del producto del cultivo c en el departamento a.

Para el cálculo de la superficie fue necesario considerar la dinámica de cada grupo de cultivos desde el inicio del periodo de análisis recurriendo a fuentes censales y estimaciones provinciales, para los años sin datos se procedió a estimar el dato por interpolación. Los rendimientos utilizados corresponden a promedios de los sistemas productivos modales, sin impacto de contingencias. Los grupos de cultivos considerados (c) fueron viñedos, montes frutales incluyendo olivos y hortalizas.

Las fuentes de precios pagados al productor fueron: Observatorio Vitivinícola para uvas tanto genéricas como con identificación varietal. Esta fuente publica un sistema de información donde presenta las series de valores provenientes del registro de contratos del mercado de uvas y/o vinos a escala departamental o distrital para la mayoría de las variedades presentes². Las series fueron actualizadas por el IPC, el IPM y sus accesorios de ensamble, debido a las discontinuidades ocurridas en el INDEC. Para la estimación de los precios de frutas y hortalizas se recurrió a las series publicadas por el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) como Precios Pagados al Productor y actualizadas por el mismo índice anterior³.

Construcción de la base de datos y su procesamiento

Con los datos anteriores se procedió a generar una matriz que consignaba:

1. Campaña analizada.
2. Departamento.
3. Grupo de cultivos (vid, frutales, hortalizas y total).
4. Volumen físico de la producción perdida declarada.
5. Volumen físico de la producción potencial.
6. Tasa de pérdida física del cultivo (4)/(5).
7. Valor de la producción perdida declarada.
8. Valor de la producción potencial (VBP).
9. Tasa de pérdidas económicas ((7)/(8)).

Identificación de fenómenos de naturaleza extrema

Los índices extremos son frecuentemente utilizados para la caracterización basados en la probabilidad de ocurrencia, cuando los indicadores observados o calculados en un intervalo temporal (un año, por ejemplo) traspasan un umbral fijo preestablecido. También pueden asignarse valores

²<http://observatoriova.bolsamza.com.ar>

³ <https://www.idr.org.ar/precios-quincenales/>

probabilísticos, y ambos pueden complementarse. Valores entre el 5% y 10% se rotulan como *extremos moderados*, valores inferiores caen en *extremos extremos* (IPCC, 2012).

Las variables indicadoras pueden representar frecuencias, es decir cantidad de eventos adversos, siendo en este caso un evaluador de la peligrosidad, pero también puede recurrirse a otras como intensidad, magnitud, alcance, oportunidad, continuidad (en el caso de sequías por ejemplo) (IPCC, 2012) y como es este proceso que se utilizaron las pérdidas económicas directamente: el riesgo, que evidentemente constituye un indicador sintético de todos los anteriores. También podría utilizarse el tiempo de recurrencia de cruzar un umbral absoluto.

La fuente de información puede provenir de estudios observacionales, registros como en este caso, o a partir de modelos matemáticos; los primeros son relativamente sencillos de obtener. Su aplicación se basa en la Teoría de los Valores Extremos (TVA). La identificación de eventos graniceros de naturaleza extrema pueden detectarse a partir de las series estadísticas, señalando aquellos que caen en la cola derecha de la distribución de pérdidas (u ocurrencia), asignándole determinado valor de probabilidad donde recurre a los parámetros de tales. Se pueden utilizar dos abordajes diferentes: a- en el enfoque máximo de bloque, la distribución de probabilidad de los parámetros se estima para valores máximos de bloques consecutivos de una serie temporal (por ejemplo, años). b- picos por encima del umbral donde la estimación se basa en eventos que superan un umbral alto (IPCC, 2012), en el caso de estudio se adoptó este último procedimiento. Smith (2011) califica de extremos aquellos con una probabilidad inferior al 5%.

En esta evaluación se considera que un evento es extremo -altas pérdidas- cuando éstas son superiores a 1,5 desvíos de los promedios anuales y muy extremo – muy altas pérdidas- cuando superan el doble de este promedio. Esto implica en términos probabilísticos que equivale aproximadamente al 7% y al 2,5% respectivamente, asumiendo una distribución normal de las pérdidas.

Se utilizó como término de referencia de los desvíos la serie individual de cada departamento; por lo tanto, un año en un departamento se califica como extremo en relación con su historial propio y no comparado con el promedio provincial.

Estos datos fueron luego procesados en RStudio® para su análisis y visualización. En primera etapa se evaluó el nivel de significancia de los modelos mediante un test de tendencia y para los departamentos donde los indicadores arrojaban valores significativos se realizaban los modelos ajustados a la mejor función.

5. RESULTADOS

En la Tabla 2 se observan las diferencias entre los departamentos, siendo notables las variaciones espaciales y su vinculación con fenómenos de naturaleza extrema.

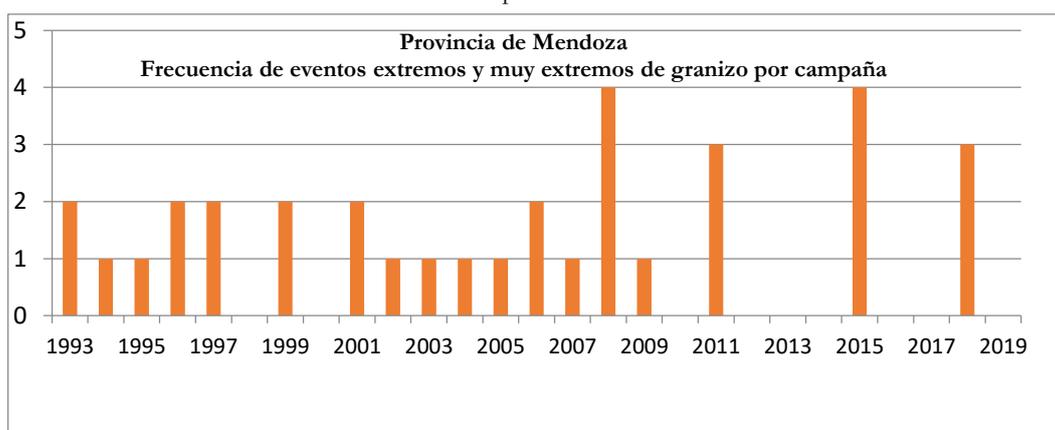
Tabla 2 Provincia de Mendoza. Pérdidas relativas del Valor Bruto de la Producción por tormentas graniceras por departamento. Serie 1993 -2019

Departamento	Pérdida promedio	Frecuencia eventos extremos	Frecuencia eventos muy extremos
Gral. Alvear	22%	4	7
Guaymallén	3%	0	0
Junín	16%	0	3
La Paz	12%	2	2
Las Heras	3%	0	0
Lavalle	11%	0	1
Luján de Cuyo	7%	0	1
Maipú	10%	1	1
Rivadavia	14%	2	0
San Carlos	8%	0	0
San Martín	16%	0	5
San Rafael	11%	0	1
Santa Rosa	17%	3	2
Tunuyán	7%	0	0
Tupungato	6%	0	0
TOTAL	10%	12	22

Fuente: elaboración propia en base a series de la DACC

El Gráfico 2 describe la evolución de los fenómenos extremos observándose en las últimas fases del periodo de análisis mayor concentración en menor número de años. Existen departamentos como San Rafael donde la incidencia de las tormentas es reconocida, sin embargo, aparece con valores inferiores a los de otros sectores provinciales, esto puede explicarse tanto por su gran superficie y distribución espacial – dado que las mangas afectan una porción del área y el resto no afectado neutraliza el daño – la importante reducción de la superficie y la implementación de intervenciones adaptativas de lucha pasiva y activa. La cantidad de fenómenos extremos tampoco es alta dado que se compara con su propia serie.

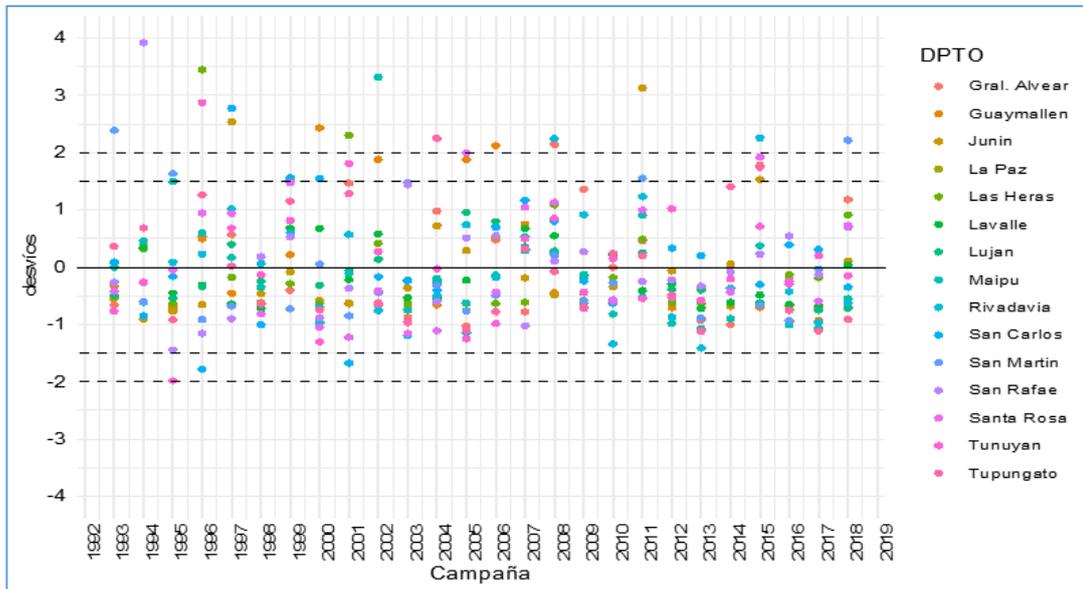
Gráfico 1 Evolución de eventos de granizo extremos y muy extremos por campaña 1993-2019 y departamento



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC

En el Gráfico 2 se presentan los desvíos de las pérdidas relativas por campaña y los umbrales que califican a estos valores como extremos y muy extremos en consonancia con los datos presentados en la Tabla 1.

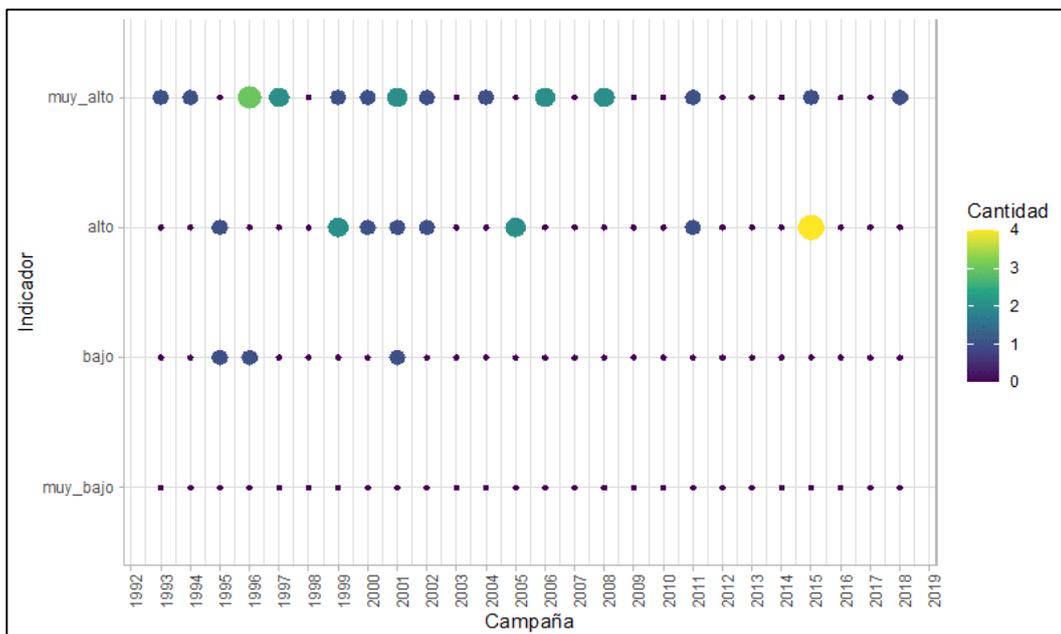
Gráfico 2 Provincia de Mendoza. Desvíos estandarizados de las medidas o valores tendenciales de las pérdidas por eventos graniceros



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC

En el Gráfico 3 se refleja la extensión espacial de estos fenómenos en relación a su intensidad (desde muy bajo a muy alto).

Gráfico 3. Provincia de Mendoza Cantidad de departamentos con eventos extremos de granizo según nivel de intensidad Campañas 1993/ 2019



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC

La mayor parte de los departamentos no presenta valores de tendencia significativos dado su gran error; otros como el caso de Maipú presenta valores con pendiente positiva y en otros los modelos generan valores decrecientes.

CONCLUSIONES

La variable pérdidas económicas constituye un indicador directo de riesgo ya que constituye la conjugación de sus componentes de amenaza y vulnerabilidad. Los años disponibles son los suficientes para obtener conclusiones fiables que permitirán en este escenario errático mejorar las proyecciones futuras.

De acuerdo a este análisis inicial se visualizan zonas donde la presencia de eventos extremos es nula o escasa, como en el Valle de Uco y el Oasis Norte mientras que el Este y Sur provincial son los de mayores niveles de riesgo.

Si se analizan las tendencias por departamento el comportamiento no es homogéneo ya que algunos presentan valores crecientes y otros no, pero siempre con errores de alto valor. En algunos casos la tendencia negativa podría explicarse por la implementación de sistemas de lucha activa, o el incremento de sistemas de cobertura o diversificación geográfica tanto como la desaparición de las unidades productivas en zonas muy castigadas históricamente, como es el caso de San Rafael, que reconvirtieron unidades agrícolas en proveedoras de servicios turísticos. Evaluaciones con intervalos temporales más largos serían recomendables pero dicha data es inexistente y por lo tanto el dato es incierto.

En algunos casos las tendencias pueden estar en función de las variaciones en la tasa de denuncias (fuente primaria de estos datos) dado que el nivel de pago de seguros alienta o desalienta el trámite.

Queda para el futuro analizar la información disponible a nivel de grupos de cultivos, dada la vulnerabilidad diferencial entre ellos, las frutas destinadas a consumo en fresco son más vulnerables que las uvas con destino a molienda enológica; estos datos permitirán también el análisis de tendencias y comportamiento de las series temporales y el impacto de medidas de mitigación y de reducción de exposición como la instalación de sistemas pasivos (malla antigranizo).

En la realidad los daños son superiores a las pérdidas denunciadas, ya que estos fenómenos, sobre todo los extremos, no solamente comprometen la cosecha de la campaña, sino que producen lesiones en el tejido vegetal leñoso, consecuentemente la recuperación de la productividad normal demora dos o tres años más y los registros no consignan este deterioro.

Si bien en este trabajo se evalúa el impacto de un riesgo netamente productivo (pérdidas de cosecha), las consecuencias del granizo gatillan otros riesgos, por ejemplo, se incrementan los problemas de ubicar la producción en el mercado por reducción de la calidad y/o la reducción del precio pagado al productor, que constituye un riesgo de mercado; asimismo la descapitalización acarrearía un riesgo financiero sin dejar de mencionar problemas de naturaleza personal del productor como su salud emocional (Komarek et al., 2020). Estas consecuencias evidentemente no fueron evaluadas.

Los modelos de cambio climático del IPCC conciben un escenario futuro con incremento de extremos climáticos, entre ellos la peligrosidad de granizo.

Es importante incorporar las consideraciones de riesgos asociados y la percepción de los mismos por los tomadores de decisiones a los estudios de dinámica de sistemas productivos, particularmente referentes a la adopción de tecnología frecuentemente subestimados o ignorados en el diseño de políticas y planes (Marra, Pannell, & Abadi Ghadim, 2003), (Matthews, Sattler, & Friedland, 2014), y que son capaces de explicar trayectorias (Just, 2003).

Reconocimientos

El presente trabajo constituye un producto del Proyecto Disciplinario del INTA PE I065 Gestión Integral del Riesgo Agropecuario. Sincero agradecimiento a la Dra. Ing. Agr Silvina Cabrini,

coordinadora del Proyecto por sus aportes, sugerencias y aliento en el desarrollo como por el análisis estadístico de las bases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(2006), 268-281.
- Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G. & Agnew, M. (2004). *New indicators of vulnerability and adaptive capacity (tr7).pdf*. Norwich.
- Alwang, J. Siegel, P. B., & Jørgensen, S. L. (2001). *Vulnerability: A View From Different Disciplines. Social Protection Discussion Paper Series* (Vol. 0115). Washington DC: Social Protection Unit Human Development Network The World Bank.
- Arana, I., Mangado, J., Arnal, P., Arazuri, S., Alfaro, J., R. & Jarén, C. (2010). Evaluation of risk factors in fatal accidents in agriculture. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 592-598.
- Basualdo, A., Berterretche, M. & Vila, F. (2015). *Inventario y características principales de los mapas de riesgos para la agricultura disponibles en los países de América Latina y el Caribe*. San José: C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), <http://www.iica.int>
- Bogen, N. R., Allen, J. T. & Heumann, B. W. (2020). *Spatial Analysis of United States Agricultural Loss Due to Hail: 1989 – 2017*. Boston MA: American Meteorological Society’.
- Botzen, W. J. W., Bouwer, L. M. & van den Bergh, J. C. J. M. (2010). Climate change and hailstorm damage: Empirical evidence and implications for agriculture and insurance. *Resource and Energy Economics*, 32(3), 341-362. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2009.10.004>
- Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. *Tyndall Centre Working Paper*, 38 (September 2003), 1-20.
- Cardona, O. D., Aalst, M. K. van, Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Pérez, R., Sinh, B. T. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. En K. J. M. C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea. M. G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 65-108). Cambridge, UK; New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Chanel, O., & Chichilnisky, G. (2013). Valuing life: Experimental evidence using sensitivity to rare events. *Ecological Economics*, 85, 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.03.004>
- Chavez, E., Conway, G., Ghil, M. & Sadler, M. (2015). An end-to-end assessment of extreme weather impacts on food security. *Nature Climate Change*, 5(11), 997-1001. <https://doi.org/10.1038/nclimate2747>
- Gallopin, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>
- Hardaker, J. B. (2000). Some Issues in Dealing with Risk in Agriculture. *Agricultural and Resource Economics Review*, 2000(3), 1-18. Recuperado de <http://www.une.edu.au/febl/EconStud/wps.htm>

- Harwood, J., Heifner, R., Coble, K., Perry, J. & Somwaru, A. (1999). *Managing Risk in Farming: Concepts, Research, and Analysis*. By Market and Trade Economics Division and Resource Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. *Agricultural Economic Report No. 774*. Washington, DC: Market and Trade Economics Division and Resource Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. <https://www.agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documnts/Managing Risk in Farming.pdf>
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, P. M. Midgley, Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1st. Vol. 9781107025). Cambridge, UK; New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Just, R. E. (2003). Risk research in agricultural economics: opportunities and challenges for the next twenty-five years. *Agricultural Systems*, 75(2003), 123-159.
- Komarek, A. M., De Pinto, A. & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178(October 2018), 102738. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102738>
- Marra, M., Pannell, D. J. & Abadi Ghadim, A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural Systems*, 75(2-3), 215-234. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X02000665>
- Matthews, E. C., Sattler, M. & Friedland, C. J. (2014). A critical analysis of hazard resilience measures within sustainability assessment frameworks. *Environmental Impact Assessment Review*, 48, 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.05.003>
- McMaster, H. (2001). Hailstorm Risk Assessment in Rural New South Wales. *Natural Hazards*, 24, 187-196.
- Niall, S. & Walsh, K. (2005). The impact of climate change on hailstorms in Southeastern Australia. *International Journal of climatology*, 25(14), 1933-1952.
- Ortiz Maldonado, A., Fornero, L. & Caretta, A. (1990). *Estudio Zonificación granicera Oasis Norte y Este*. Mendoza: Cátedra de Meteorología y Fenología Agrícolas” Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo.
- Sen, A. (1983). *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Smith, M. D. (2011). The ecological role of climate extremes: Current understanding and future prospects. *Journal of Ecology*, 99(3), 651-655. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01833.x>
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matsone, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensene, L., Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074-8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>

Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D. & Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>