

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DIVERSIFICACIÓN EN FRUTALES DE HOJA CADUCA COMO ESTRATEGIA
PARA ENFRENTAR EL GRANIZO**

APORTES DESDE LA AGROECOLOGÍA

por

Gabriela LINARI FUENTES

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Ciencias Agrarias
opción Ciencias Sociales

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por el tribunal integrado por el Ing. Agr. Dr. Matías Carámbula, el Lic. Dr. Mario Caffera y e Ing. Agr. Mag. Alberto Gómez el 20 de julio de 2018. Autora: Ing. Agr. Gabriela Linari Fuentes. Directora: Ing. Agr. Dra. Inés Gazzano. Co director: Ing. Agr. PhD. Miguel Altieri.

AGRADECIMIENTOS

... a quienes me guiaron, me acompañaron y me soportaron durante este proceso ...

Inés

Marcel, Juan, Miguel

Bea, Dani, Stella

Álvaro

Fabi Osorio, Ale Pizzolón

Gaby Cruz, Carola, JP, Mario

Marcelo Iturburu, Lucía Soria, Pancho, Valeria, Valentín

Mis compas de Sistemas, del IRA y del PHCE

Zulma Gabard y Ana María Díaz de DIGEGRA

Mis grupetes de incondicionales

Mi familia, Mariano y muy especialmente a Agu

Mis padres

Tal vez me olvido de nombrar a alguien ... sepan que están en mi corazón.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. FRUTICULTURA DE HOJA CADUCA EN URUGUAY	4
1.1.1. <u>Evolución histórica de la producción</u>	4
1.1.2. <u>Caracterización del sector en la zafra 2013</u>	12
1.2. GRANIZO	20
1.2.1. <u>Caracterización del fenómeno</u>	20
1.2.2. <u>Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia frente al granizo</u>	28
1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS ORIENTADORAS	38
2. <u>MARCO TEÓRICO</u>	40
2.1. INTENSIFICACIÓN AGRARIA EN LA FRUTICULTURA DE HOJA CADUCA EN URUGUAY	40
2.2. AGROECOLOGÍA: EJE DE UNA PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN	42
2.3. LA DIVERSIDAD COMO ELEMENTO ESTRUCTURADOR DE RESILIENCIA	44
2.4. TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA HACIA SISTEMAS RESILIENTES ...	47
2.5. RESILIENCIA COMO ATRIBUTO DESEABLE DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	48
3. <u>ESTRATEGIA METODOLÓGICA</u>	51
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	56
4.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL UNIVERSO DE ESTUDIO	56

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO	58
4.2.1. <u>Daño total</u>	58
4.2.2. <u>Daño por especie</u>	63
4.3. RELACIÓN DIVERSIDAD – DAÑO PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS	73
4.3.1. <u>Análisis del daño en manzana</u>	74
4.3.2. <u>Análisis del daño en durazno</u>	76
4.3.3. <u>Análisis del daño en pera</u>	79
4.3.4. <u>Simulación de niveles de daño relacionados con la diversidad temporal</u>	80
4.4. APORTES PARA UN REDISEÑO AGROECOLÓGICO	84
5. <u>CONCLUSIONES</u>	88
6. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	91
7. <u>ANEXOS</u>	109
7.1. Diversificación geográfica en frutales de hoja caduca como estrategia para enfrentar el granizo	109
7.2. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	120
7.3. CUADROS Y FIGURAS COMPLEMENTARIAS	123
7.4. FORMULARIO DE DECLARACIÓN JURADA	130

RESUMEN

El cultivo de frutales de hoja caduca en Uruguay se concentra geográficamente en el sur, fundamentalmente en los departamentos de Canelones y Montevideo. En 2013 se cultivaron unas 6.500 hectáreas, de las cuales 90% correspondieron a manzanas, durazno y peras. La cosecha total de ese año fue 79.000 toneladas, la más baja desde 2003. La disminución se atribuye a una tormenta de viento y granizo ocurrida en el mes de enero que afectó gran parte de la zona de producción. El evento evidenció la vulnerabilidad climática de la producción frutícola. Investigaciones en Agroecología demuestran que la diversidad es clave para reducir la vulnerabilidad. Se analiza la vulnerabilidad emergente de la estructura de los sistemas frutícolas de hoja caduca en función del daño generado por el granizo en la principal zona de producción. La investigación se basa en el análisis de información secundaria, procesamiento estadístico, integración de los datos en un SIG y una simulación de los niveles de daño en función de la diversidad. La superficie total dañada fue 46% del total cultivado en 2013. De esa superficie, 67% sufrió pérdidas mayores a 40% de la cosecha esperada, comprometiendo la capacidad de afrontar los costos productivos. El SIG permitió identificar un patrón de distribución espacial del daño acorde a las características del granizo y que coincide con la principal zona de cultivo a nivel nacional. Todas las especies cultivadas resultaron afectadas. Se identificó que existe relación entre el nivel de daño y la diversidad temporal en función de las fechas de cosecha de las variedades cultivadas por especie. La escasa diversificación y la concentración geográfica de la producción resultaron factores que explican la vulnerabilidad de la fruticultura frente al granizo. Se discuten elementos que contribuyen a una propuesta de rediseño con enfoque agroecológico para la fruticultura de hoja caduca.

Palabras clave: intensificación, vulnerabilidad, resiliencia, rediseño

DIVERSIFICATION IN DECIDUOUS FRUITS AS A STRATEGY TO FACE THE HAIL

CONTRIBUTIONS FROM AGROECOLOGY

SUMMARY

The cultivation of deciduous fruits in Uruguay is geographically concentrated in the south, mainly in the departments of Canelones and Montevideo. In 2013 about 6,500 hectares were cultivated, 90% corresponding to apples, peaches and pears. The total harvest of that year was 79,000 tons, the lowest since 2003. The decrease is attributed to a wind and hail storm occurred in January that affected a large part of the production area. The event showed the climatic vulnerability of fruit production. Researches in Agroecology prove that diversity is key to reducing vulnerability. It analyzes the vulnerability emergent from the structure of deciduous fruit systems in function of the damage generated by hail in the main production area. The research is based on the analysis of secondary information, statistical processing, integration of data in a GIS and a simulation of levels of damage in terms of diversity. The total damaged area corresponds to 46% of the total cultivated. Of this area, 67% suffered losses greater than 40% of the expected harvest, compromising the ability to face the productive costs. The GIS allowed to identify a spatial distribution pattern of the damage per the characteristics of the hail that coincides with the main cultivation area at the national level. All species grown in were affected. It was possible to identify a relationship between the level of damage and the temporal diversity based on the harvest dates of the varieties grown by species. The scarce diversification and geographic concentration of production became factors that explain the vulnerability of fruit production to hail. Elements that contribute to a redesign proposal with an agroecological approach for deciduous fruit growing are discussed.

Keywords: intensification, vulnerability, resilience, redesign

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frutales de hoja caduca (FHC) en Uruguay se concentra geográficamente en el sur, fundamentalmente en los departamentos de Canelones y Montevideo. A partir del año 2000, se evidencia una tendencia a la disminución de la superficie y del número de productores, al tiempo que se mantienen relativamente constantes el total de plantas y los volúmenes cosechados. Las especies consideradas de importancia comercial son manzana, durazno, pera, ciruela, membrillo y nectarino.

Más de 80% de la producción se desarrolla en predios familiares, con superficies entre 7 y 10 hectáreas. La mayor parte de la cosecha se destina al consumo interno como fruta fresca, por lo que el sector es importante para la seguridad y soberanía alimentaria de la población.

En la zafra 2013, la Encuesta Frutícola de Hoja Caduca (MGAP DIEA, 2014) señala 942 productores, en una superficie de 6.523 hectáreas. Solo dos cultivos, manzanas y duraznos, representaron 76% de la superficie cultivada y 77% de las plantas totales. Desde el punto de vista de la composición varietal, como estrategia comercial y de manejo predial, en general se busca abarcar un período amplio de cosecha entre las fechas posibles para el país; para la zona sur, 67% de la superficie corresponde al cultivo de variedades de cosecha entre enero y marzo.

La producción total de la zafra 2013 fue estimada en 79.197 toneladas (MGAP DIEA, 2014), el valor más bajo desde 2003. Esta disminución fue atribuida a las consecuencias de un fuerte temporal de viento y granizo ocurrido el 24 de enero de 2013, en plena época de cosecha, que provocó daños de importancia en gran parte de la zona de producción frutícola.

El evento fue catalogado como desastre por autoridades y actores vinculados al sector debido al fuerte impacto social y económico registrado. El monto de las pérdidas fue estimado en 20 mil dólares por hectárea por Erik Rolando, presidente de la Confederación Granjera del Uruguay. El estado desencadenó un mecanismo de respuesta a través del Fondo de Emergencia para Catástrofes Climáticas (Uruguay. Registro Nacional de Leyes y Decretos, 2008), que otorgó apoyo monetario para cubrir los costos productivos de la zafra. Si bien no se encontraron datos concretos sobre el monto de los subsidios otorgados, se puede afirmar que no fueron suficientes para cubrir la totalidad de las pérdidas ni los costos adicionales generados por el evento, tales como aumentos en la necesidad de mano de obra o insumos para recuperar los cultivos afectados, que no fueron calculados. Pueden existir, además, pérdidas no cuantificadas por disminuciones en el rendimiento de los montes en ejercicios siguientes, debido a daños en estructuras productivas de los árboles y no existe una evaluación de las consecuencias a nivel social.

El granizo es considerado una de las adversidades climáticas más temida en la producción frutícola, afectando de manera diferente en función de la intensidad y la época de ocurrencia (FAO-MGAP, 2013a y b), a lo que se suma la baja predictibilidad del fenómeno a nivel nacional. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2014) pronosticó que en los próximos años puede incrementarse la frecuencia e intensidad de ocurrencia de este tipo de eventos, afectando en forma negativa la productividad, ingresos y costos de los sistemas productivos.

En 2010, el gobierno uruguayo a través del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), definió la adopción de prácticas de adaptación frente al cambio climático como prioridad estratégica para la reducción de riesgos e impactos negativos en la producción agropecuaria. El Centro Interdisciplinario de Respuesta al Cambio y Variabilidad Climática de la Universidad de la República (CIRCVC) plantea que uno de los objetivos centrales de la adaptación es reducir la vulnerabilidad,

entendida como la incapacidad de un sistema de absorber los efectos de un impacto. La vulnerabilidad puede considerarse como el resultado de la capacidad de adaptación y transformación de los sistemas (Wilches Chaux, 1993; FAO-MGAP, 2013a).

La capacidad de adaptación está directamente relacionada con el componente social de los agroecosistemas, en tanto son las y los agricultores (en adelante los agricultores) quienes determinan el diseño y los objetivos de los mismos (Walker *et al.*, 2004). Incluye aspectos referidos a los saberes y prácticas locales, el nivel de organización y las reservas de capital social de una comunidad (Altieri y Nicholls, 2013). Esta capacidad es la que permite que los sistemas se ajusten y autorregulen frente a los impactos, manteniendo o readecuando su estructura organizacional, su funcionamiento y productividad luego de una perturbación, siendo estos aspectos esenciales en la resiliencia (Berkes *et al.*, 2004; Walker *et al.*, 2004).

Numerosas investigaciones bajo la perspectiva agroecológica demuestran que la diversidad es un aspecto clave en la resiliencia de los sistemas, ya que incrementa su capacidad funcional, reduce la vulnerabilidad y mejora su adaptabilidad frente a escenarios de variabilidad, tanto climática como de otra índole (Holt Giménez, 2002; Lloret, 2012; Nicholls Estrada *et al.*, 2013; Altieri y Nicholls, 2013).

El presente trabajo plantea identificar la relación entre la diversidad cultivada de FHC, el daño por granizo y el patrón de distribución espacial del evento como componentes de la vulnerabilidad.

El documento se estructura en cinco capítulos, comenzando por la introducción, donde se incluye una caracterización y evolución del sector frutícola a nivel nacional, la caracterización del granizo y una revisión de los antecedentes de investigación relacionados con el tema, así como las hipótesis orientadoras y los

objetivos del trabajo. En el capítulo dos se presenta el marco teórico, con la Agroecología como teoría general y el aporte de la diversidad a la construcción de resiliencia. El capítulo tres describe la estrategia metodológica y en el siguiente capítulo se presentan y discuten los resultados obtenidos. El trabajo finaliza con las principales conclusiones y reflexiones finales. En el Anexo 1 se presenta un artículo enviado a la revista Agrociencia Uruguay.

1.1. FRUTICULTURA DE HOJA CADUCA EN URUGUAY

1.1.1. Evolución histórica de la producción

Los frutales de hoja caduca tienen su centro de origen en el sur de China y en Asia Menor y en la actualidad su cultivo se extiende a nivel mundial en gran parte de las zonas templadas, comprendidas entre 30 y 50 grados de latitud (Westwood, 1982).

Los antecedentes de la fruticultura en Uruguay datan de la segunda mitad del siglo XIX, cuando inmigrantes de origen italiano, español y francés instalaron las primeras plantaciones domésticas en la zona de casas quinta de El Prado, Colón, Peñarol, Sayago y Melilla, en la periferia de Montevideo. Según el Almanaque del Labrador y Ganadero de 1920 (BSE, 1920), Domingo Basso fue uno de los precursores del cultivo de frutales con destino comercial al introducir, en 1878, grandes colecciones de frutales a sus quintas de Sayago y Colón, con la finalidad de evaluar su adaptación y sus posibilidades de cultivo en el país.

En su edición del año 1915, el Almanaque del Labrador publicaba un calendario agrícola donde se daban instrucciones técnicas para el cultivo de almendras, avellanas, cerezas, ciruelas, damascos, guindas, manzanas, membrillos, nogales, duraznos y peras (BSE, 1915).

Según Soares Netto (1932), el Censo Frutícola de 1927 indica una superficie total cultivada de 13.797 hectáreas entre las que se incluyen 7.409 hectáreas de duraznos, 717 de peras y 468 de manzanas y recomendaba aumentar la superficie de frutales que “... traerá aparejado bienestar para el productor y engrandecimiento económico para el país.” En 1941, según las “Cifras de la Actividad Rural”, la superficie total cultivada de frutales, incluyendo viñedos, era de 35.000 hectáreas (BSE, 1941).

La expansión del cultivo con fines comerciales se produce en las décadas de 1940-50, bajo el marco de la política de sustitución de importaciones y proteccionismo a la producción nacional. El Estado impulsó la implantación de frutales destinados al abastecimiento interno, asegurando la rentabilidad de la producción, y el cultivo se extendió desde Montevideo hacia el suroeste del departamento de Canelones. En 1956 la superficie total de frutales era de 19.991 hectáreas, conformadas como muestra la figura 1 (Casas, 1984).

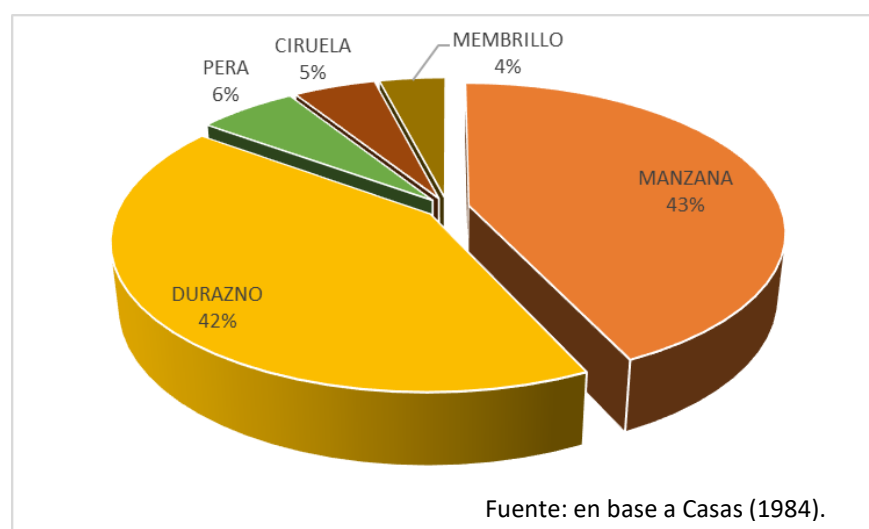


Figura 1. Proporción de especies de frutales de hoja caduca cultivados en Uruguay en 1956.

En 1959 se registró un evento climático adverso que afectó severamente la producción, con serias consecuencias sobre el abastecimiento interno y la

rentabilidad de los productores. Las inundaciones de ese año, históricas para el país, provocaron elevada mortandad de plantas de manzana y durazno por asfixia radicular (Casas, 1984).

En la década de 1960 se impulsó la replantación de durazno con la variedad “Rey del Monte”, selección de poblaciones locales ampliamente adaptada y con excelentes características para consumo en fresco e industrialización. Esta variedad alcanzó a 75-80% de la producción nacional de duraznos, mostrando los primeros indicios de homogenización y especialización productiva. Las dificultades en las exportaciones y la crisis de la industria del enlatado en el país provocaron la saturación del mercado interno y la baja de precios de comercialización. En 1970 la superficie de duraznos era de 7.163 hectáreas, 16% menor a la de 1956. Durante la década del 70, la situación económica y financiera desfavorable a nivel nacional determinó que varios productores se retiraran del sector, con severas consecuencias sobre la oferta nacional de duraznos, y el área cultivada disminuyó a 4.650 hectáreas en 1981 (Casas, 1984).

Entre 1956 y 1981 la superficie de manzanas disminuyó de 8.503 a 4.280 hectáreas, aunque sin consecuencias sobre el abastecimiento, por aumentos en la productividad, mejoras en la conservación y sustitución de variedades más acordes a las exigencias del mercado. En el mismo periodo el cultivo de peras aumentó de 1.222 a 1.800 hectáreas y el de membrillos de 701 a 1.730 hectáreas; el crecimiento del área de membrillos se frenó a principios de la década de 1980 por una baja significativa de las exportaciones y problemas con la industrialización. La superficie de ciruelas se mantuvo en el entorno de 1.000 hectáreas en las décadas de 1950 y 60 y a partir de 1970 tuvo un descenso importante, atribuido fundamentalmente a la falta de tecnología apropiada, y en 1981 se ubicaba en 830 hectáreas (Casas, 1984).

Durante la década de 1980 comienzan a incorporarse una serie de innovaciones tendientes a mejorar la competitividad del sector y el acceso a mercados externos (Camussi, 1992; Vecino, 1996). Uno de los cambios tecnológicos más relevantes introducidos en la FHC es el aumento de las densidades de plantación, asociado a la investigación en variedades y portainjertos adaptados a dicho manejo (MGAP DIEA, 2003a) y a una fuerte inversión en la incorporación de riego y estructuras de sostén. En el periodo se promueven, además, ajustes en el manejo del suelo (laboreo liviano, alomado, aplicación de herbicidas) y de los montes (conducción, poda, raleo de frutas) con el objetivo de aumentar los rendimientos y la calidad de la fruta (Camussi, 1992).

Entre 1980 y 2000, la superficie de FHC disminuyó 14% y aumentó el número total de plantas de todas las especies, con excepción de membrillo. La evolución de la superficie total cultivada y el número de plantas por especie durante el periodo, según datos de los Censos Generales Agropecuarios (CGA), se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Evolución de la superficie de frutales, en hectáreas, y del número de plantas por especie entre 1980 y 2000.

	Superficie total (ha)	Número total de plantas (miles)					
		Manzana	Durazno	Pera	Ciruela	Membrillo	Nectarino ^{1/}
CGA 1980	12.200	1.130	1.724	448	198	545	s/d
CGA 1990	11.800	1.814	2.568	482	265	319	s/d
CGA 2000	10.500	2.119	2.007	530	254	207	76

^{1/} En CGA 1980 y 1990 se incluyen en Durazno

Fuente: modificado en base a MGAP DIEA (2003a).

El aumento del número de plantas de manzana (88%) y pera (18%) se atribuye a los sistemas en alta densidad. En durazno, luego de un aumento en la década de 1990 por replantación de montes abandonados, comienza a disminuir el número de

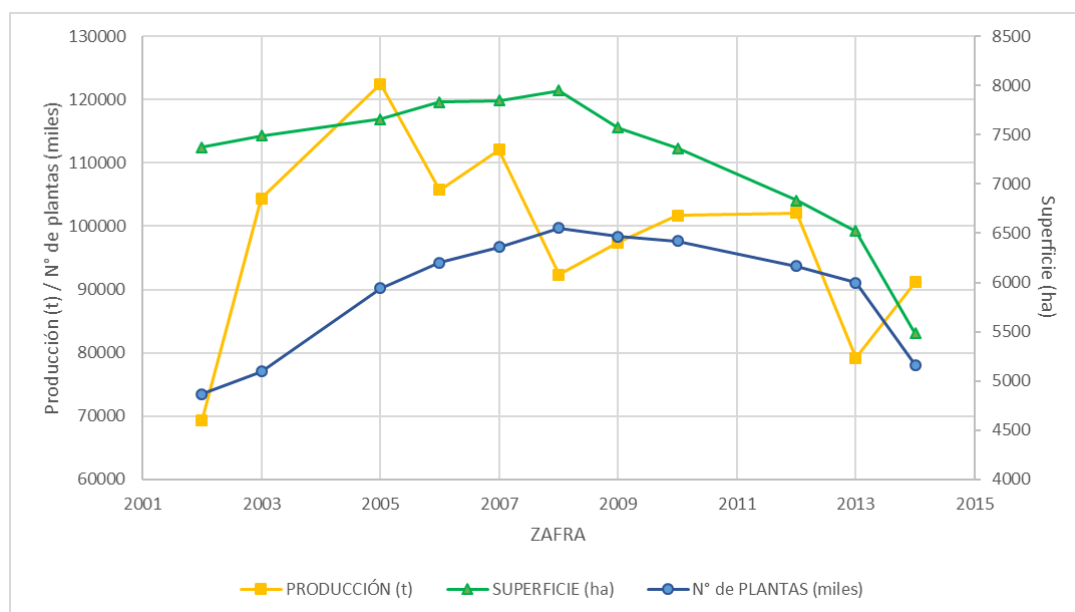
plantas, atribuido a problemas de asfixia radicular; además, debe considerarse que hasta el CGA 2000 las plantas de nectarino se contabilizaban dentro de los duraznos. La mayor disminución de plantas se observa en membrillo (52%) por el abandono de montes, debido a las dificultades de exportación y de colocación en la industria como fue señalado previamente (MGAP DIEA, 2003a).

La producción total durante el periodo se mantuvo relativamente estable por los aumentos de productividad de todas las especies (MGAP DIEA, 2003a). El promedio de cosecha entre 1996-2000 se ubica en 110.000 toneladas anuales (MGAP DIEA, 2002).

A fines de la década de 1990 el desarrollo de la FHC era heterogéneo y el sector presentaba problemas de rentabilidad y debilidad competitiva, a nivel regional e internacional. En 1998 el gobierno inicia el Programa de Reconversión y Fomento de la Granja (PREDEG, 1998-2005) con el objetivo de aumentar el valor de producción y de las exportaciones del sector granjero en general, a través del mejoramiento de su competitividad. En la FHC, el PREDEG impulsó fundamentalmente la reconversión varietal y la validación de tecnología asociada (Paolino *et al.*, 2005) y si bien finalizó formalmente en 2005, buena parte de la evolución de la producción hasta el presente puede explicarse por las acciones promovidas por el programa.

El análisis de las Encuestas Frutícolas (MGAP DIEA, 2002; 2003b; 2008; 2009; 2014; 2016) para las zafas 2002 a 2015 muestra, en líneas generales, que se mantiene la tendencia a la disminución del área cultivada y al aumento de las densidades de plantación y de la productividad. La producción total se mantiene en el entorno de 100 mil toneladas anuales, con excepción de algunos años en los que los rendimientos se vieron afectados por condiciones o eventos climáticos desfavorables. En la figura 2 se muestra la evolución anual de la superficie, número

total de plantas y producción entre las zafras 2002 a 2015, según las fuentes mencionadas. Los datos completos se presentan en el cuadro 1 del Anexo 3.



Fuente: elaborado en base a Encuestas Frutícolas (MGAP DIEA, 2002; 2003b; 2008; 2009; 2014; 2016).

Figura 2. Superficie, en hectáreas, número total de plantas y producción total, en toneladas, de frutales de hoja caduca entre las zafras 2002 a 2015.

La evolución del área cultivada y del total de plantas sigue una tendencia similar, con un máximo en 2008. En 2002, la superficie era de 7.372 hectáreas y llega a 7.947 hectáreas en 2008. En el mismo periodo, el total de plantas aumenta en algo más de 1,6 millones. Este aumento se debe fundamentalmente a plantas de manzana y pera y en menor proporción a durazno (MGAP DIEA, 2002; 2008).

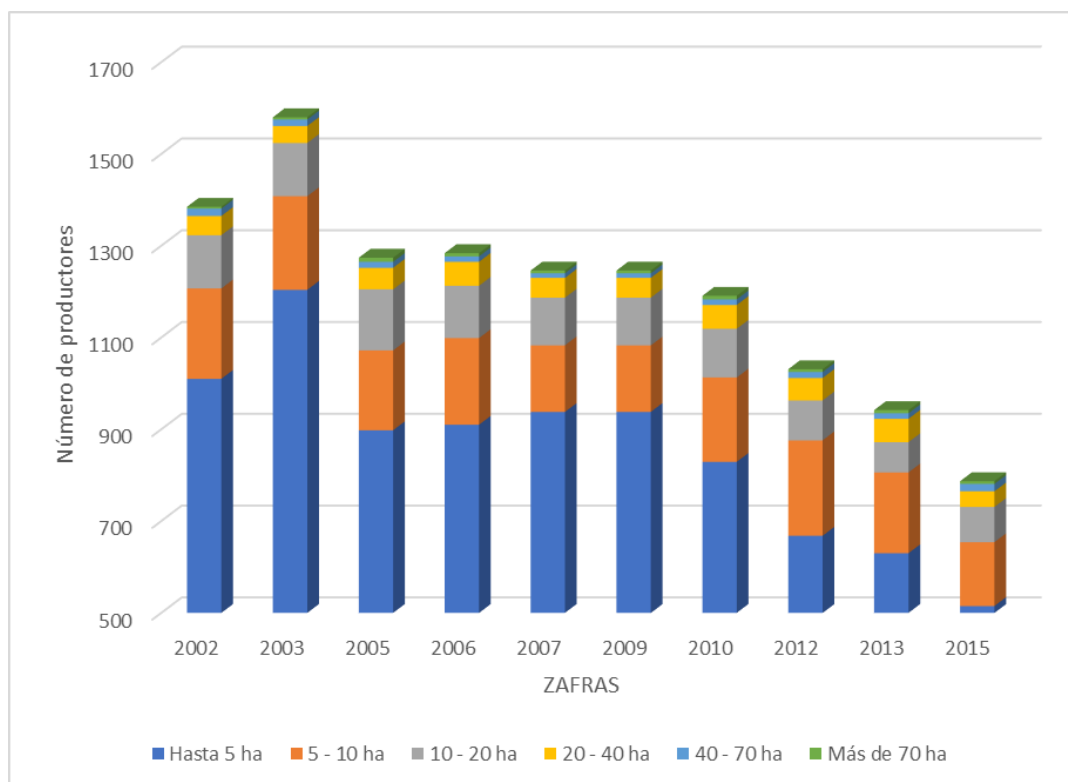
A partir de 2008 la tendencia se revierte, aunque continúan aumentando las densidades de cultivo en manzana, pera y durazno; el resto de las especies no presentan variaciones significativas (MGAP DIEA, 2014). En la zafra 2015 se produce una disminución del entorno de mil hectáreas en la superficie cultivada respecto a la

zafra anterior (MGAP DIEA, 2016), posiblemente como consecuencia del temporal de enero de 2013.

Las variaciones en la producción total tienen relación directa con la variabilidad climática. En la zafra 2002 se produce una disminución de 45% respecto a la cosecha anterior, atribuida a excesos hídricos que provocaron asfixia radicular y muerte de plantas. A esto se suma un déficit en horas de frío, ocurrencia de granizo y un tornado en marzo de 2002 que afectó la cantidad y calidad de la cosecha. Las pérdidas estimadas en manzana llegaron a 24% de la producción esperada y aunque no disminuyó la producción, nuevamente se afectó la calidad de la fruta por ocurrencia de granizo (MGAP DIEA, 2002; 2003b).

Entre 2003 y 2007 la producción se mantiene en un promedio de 111 mil toneladas y disminuye consecutivamente en las zafras 2008 y 2009 a causa de los severos déficits hídricos registrados (MGAP DIEA, 2008; 2009). Luego de aumentar a valores superiores a 100 mil toneladas entre 2010 y 2012, la producción nuevamente disminuye a 79 mil toneladas en la zafra 2013 a causa del temporal de viento y granizo (MGAP DIEA, 2014). En la zafra siguiente se recupera 3% el volumen producido, por aumentos en los rendimientos de manzana, pera y membrillo, mientras que durazno, ciruela y nectarino registran importantes disminuciones en la productividad (MGAP DIEA, 2016).

La evolución del número de productores, totales y por escala de superficie, entre las zafras 2002 a 2015, puede observarse en la figura 3, así como en los cuadros 2 y 3 del Anexo 3.



Fuente: elaborado en base a Encuestas Frutícolas (MGAP DIEA, 2002; 2003b; 2008; 2009; 2014; 2016).

Figura 3. Evolución del número de productores según escala de superficie de frutales de hoja caduca entre las zafras 2002 a 2015.

En la zafra 2003 se registra el valor máximo del periodo con 1.580 productores, de los cuales 89% corresponden a escalas menores a 10 hectáreas.

A partir de 2005, el número de productores frutícolas acompaña la tendencia general del agro uruguayo, con una disminución importante de predios menores a 10 hectáreas (Fúster Rebellato *et al.*, 2011) y cambios en la estructura productiva del sector. Hasta 2009 los productores se mantienen en el entorno de 1.200 y si bien comienzan a disminuir los predios menores a 10 hectáreas, se mantienen en valores promedio de 85%. El cambio más notorio se produce a partir de 2010, con una disminución sostenida del número de productores y procesos de consolidación de escala (Cortezzi y Mondelli, 2014), que se observa en los estratos entre 5 y 20

hectáreas. Se desconoce cuál es el destino de los productores que abandonan la fruticultura (Tommasino *et al.*, 2014).

Además, acompañando los cambios registrados en la estructura agraria general del país, en los estratos frutícolas mayores a 70 hectáreas se registra un aumento de inversiones directas de parte de capitales europeos en el cultivo de peras y manzanas, que exportan directamente la producción (Riella y Romero, 2014).

1.1.2. Caracterización del sector en la zafra 2013

La FHC se incluye dentro de los sistemas de producción intensivos, distinguidos por predios con superficies relativamente pequeñas, un elevado uso del suelo y la mano de obra y muy heterogéneos en cuanto a especialización productiva y tecnologías aplicadas (CNFR, 2011). En líneas generales puede caracterizarse por la concentración geográfica del cultivo, una relativa especialización de los productores, escasa diversificación y una producción destinada fundamentalmente a abastecer la demanda interna (Caputi y Canessa, 2012; Ferrer *et al.*, 2013). En la actualidad se consideran seis especies de importancia comercial: manzana, durazno, pera, ciruela, nectarino y membrillo.

Más de 90% del cultivo de FHC se ubica en la zona sur del país, en los departamentos de Montevideo, Canelones, San José y Colonia; en el norte existe, además, un núcleo de productores de duraznos en los departamentos de Salto, Paysandú y Artigas. En los últimos años el cultivo se ha expandido en menor medida hacia otros departamentos, como Rio Negro, Soriano y Maldonado, pero las encuestas frutícolas no brindan información detallada al respecto. La regionalización responde a condiciones climáticas adecuadas y en el caso de la zona sur también a la proximidad a la capital, que concentra 40% de la población total del país según datos

del INE (2015), y donde se ubica el Mercado Modelo, principal centro de distribución a nivel nacional.

El cultivo de FHC se vincula a otros rubros intensivos entre los que se destacan viticultura, horticultura y citricultura, con algunas particularidades. En el oeste de Canelones y norte de Montevideo (zona sur del país) se reconoce un área donde la FHC se asocia fundamentalmente al cultivo de vid; en el norte, sobre todo en el departamento de Salto, la producción de duraznos se asocia a la horticultura y citricultura; en los departamentos de San José y Colonia (zona sur) se reconoce un área hortifrutivíticola que se identifica como transicional entre regiones frutivítcolas y hortícolas puras (Bertamini *et al.*, 2016; MGAP DIEA, 2015a; 2003a). La figura 4 muestra la regionalización del cultivo de FHC en base a los resultados del CGA 2011 (MGAP DIEA, 2015a).

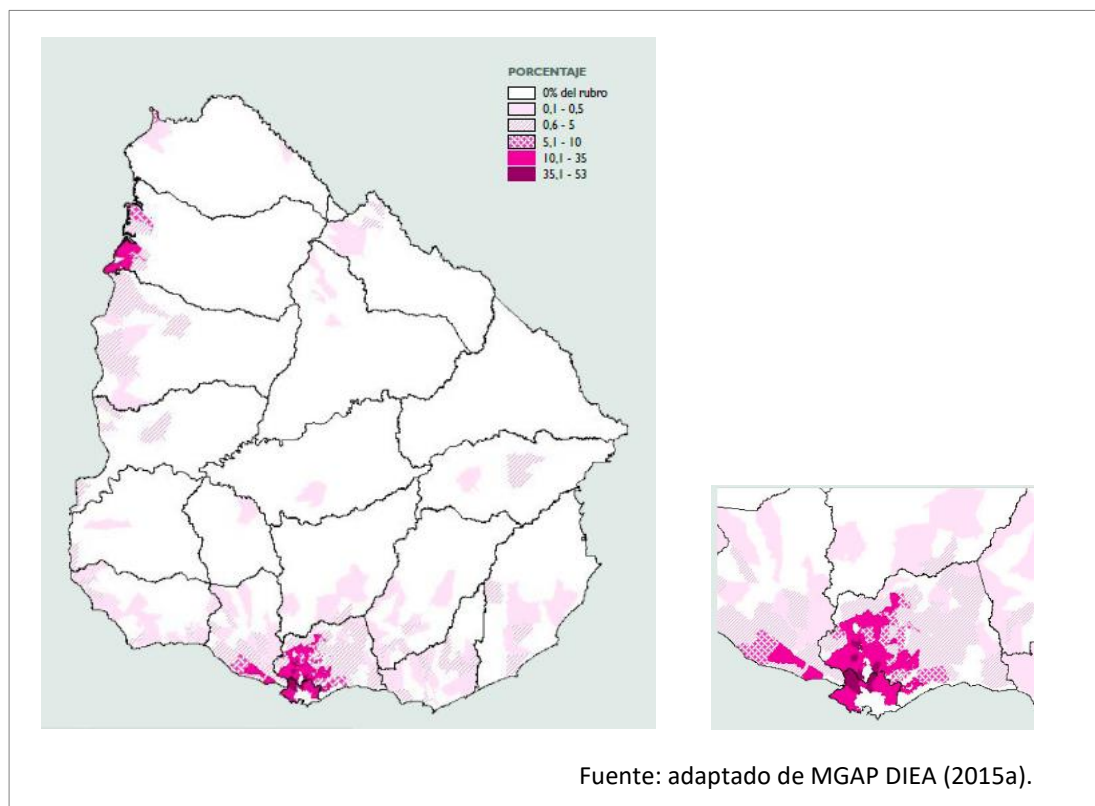


Figura 4. Superficie destinada a frutales de hoja caduca, vid, cítricos y huerta en el año 2011 en Uruguay.

En la figura 4 se aprecia la vinculación de la FHC con las producciones mencionadas y la fuerte concentración del cultivo en la zona sur del país.

Los principales indicadores que recoge la Encuesta Frutícola para la zafra 2013 (MGAP DIEA, 2014) se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Frutales de hoja caduca. Número de productores, superficie, cantidad de plantas y producción, totales y por especie en la zafra 2013.

Especie	Número de productores	Superficie (ha)		Número de plantas (miles)		Producción	
		Total	En producción	Total	En producción	toneladas	%
TOTAL	942 ^{1/}	6.523	6.056	5.999	5.468	79.197	100
Manzana	582	3.268	2.955	3.326	2.950	45.626	58
Durazno	668	1.664	1.592	1.359	1.299	16.849	21
Pera	438	899	851	706	645	8.749	11
Ciruela	335	266	251	245	230	2.243	3
Membrillo	116	252	250	204	202	4.116	5
Nectarino	235	174	157	159	141	1.615	2

^{1/} El total no coincide con la suma ya que los productores que cultivan más de una especie se contabilizan solo una vez.

Fuente: adaptado en base a MGAP DIEA (2014).

En 2013 se estimó una superficie cultivada de 6.523 hectáreas y aproximadamente 6 millones de plantas totales, de las cuales más de 90% se encontraban en producción (MGAP DIEA, 2014).

La distribución porcentual de las superficies cultivadas por especie en 2013 refleja la escasa diversificación del sector: 50% corresponde a manzana seguida por durazno y pera; las tres especies en conjunto reunieron 89% de la superficie cultivada (figura 5). Además, como surge del cuadro 2, aportaron 89,5% de las plantas en producción y 90% de la cosecha total de la zafra (MGAP DIEA, 2014).

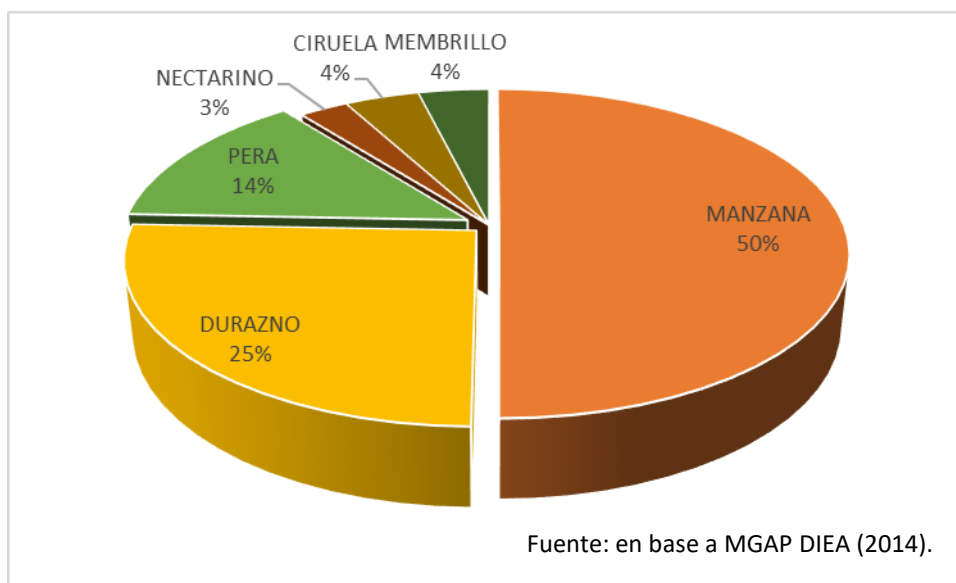


Figura 5. Proporción de superficies cultivadas de frutales de hoja caduca por especie en la zafra 2013.

En la figura 6 se muestra la proporción de variedades cultivadas por especie en la zafra 2013 según MGAP DIEA (2014), agrupadas en función de sus características y de sus períodos de cosecha (la información detallada se encuentra en los cuadros 4 y 5 y la figura 1 del Anexo 3). En manzana predominan las variedades del grupo Red, de cosecha en marzo, con buena aceptación en el mercado y posibilidades de conservación durante varios meses (Ferrer *et al.*, 2013). Las variedades de durazno, ciruela y nectarino pueden agruparse en función de sus fechas de cosecha. En durazno predominan las variedades tempranas (de cosecha en diciembre) y las de estación (de cosecha en enero), mientras que en ciruela y nectarino la mayor proporción corresponde a variedades de estación (cosecha en enero). En pera la variedad más utilizada es William's y en membrillo casi la totalidad de la superficie corresponde a la variedad Manzana, ambas de cosecha en marzo.

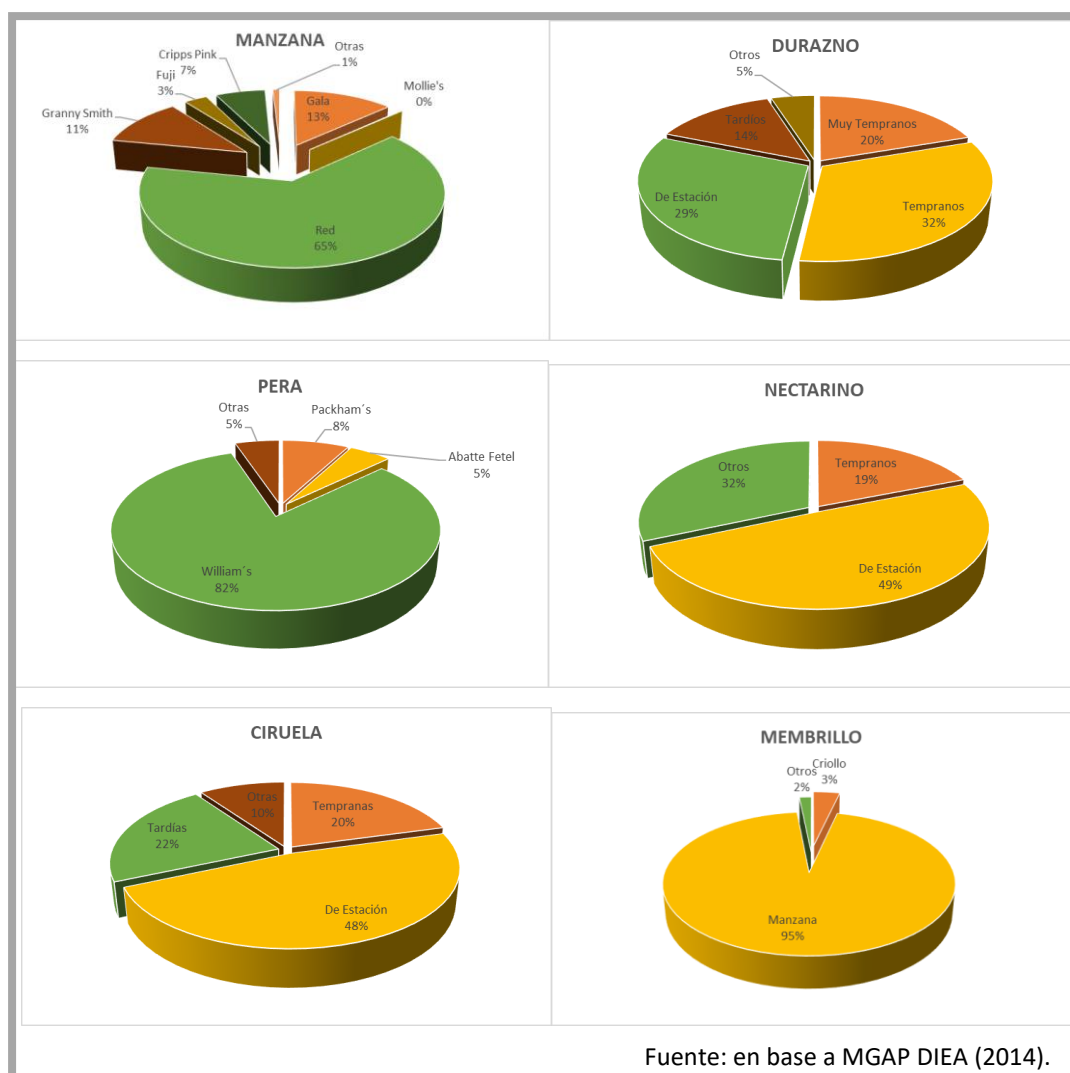


Figura 6. Proporción de superficies cultivadas de variedades por especie de frutales de hoja caduca en la zafra 2013.

La producción total en 2013 fue 79.197 toneladas, 20% menor a la de la zafra anterior y la más baja desde 2003. La disminución se atribuye al temporal de granizo y viento de enero de 2013 que afectó la zona sur del país. Según el Observatorio Granjero (MGAP DIGEGRA – CAMM, 2013), las especies más afectadas fueron manzana y pera, que aún no habían comenzado la época de cosecha.

En el cuadro 3 se presentan los indicadores de la zafra 2013 en función de la escala de superficie de FHC, lo que permite caracterizar a los productores y visualizar el aporte de cada tramo a la producción total (MGAP DIEA, 2014).

Cuadro 3. Número de productores, superficie total, número de plantas y producción total según escala de superficie de frutales de hoja caduca en la zafra 2013.

ESCALA de SUPERFICIE (ha)	N° de PRODUCTORES	SUPERFICIE TOTAL (ha)	PLANTAS TOTALES (miles)	PRODUCCIÓN TOTAL (t)
Hasta 5	630	1.386	1.106	14.197
5 – 10	176	1.326	1.205	16.896
10 – 20	66	997	935	10.327
20 – 40	51	1.330	1.310	18.235
40 – 70	12	607	508	6.903
Más de 70	7	876	935	12.729

Fuente: adaptado en base a MGAP DIEA (2014).

Los productores con superficies menores a 10 hectáreas representan 86% del total y son considerados por el MGAP como productores familiares.

Según la Resolución 387/014 del MGAP (2014) *“Productores/as Familiares son personas físicas que con o sin la ayuda de otros gestiona directamente una explotación agropecuaria y/o realiza una actividad productiva agraria que no requiere el uso directo de la tierra”*. Esta persona y su familia deben explotar en total hasta 500 hectáreas (CONEAT 100) bajo cualquier forma de tenencia, residir en la explotación o a una distancia menor a 50 km de la misma, tener ingresos familiares nominales extraprediales inferiores o iguales a 14 BPC¹ promedio mensual y realizar la explotación con la contratación de un máximo de dos asalariados no familiares

¹ La BPC (Base de Prestaciones y Contribuciones) es el índice utilizado para calcular las bases de tributación, ingresos y prestaciones sociales en Uruguay.

permanentes o su equivalente en jornales zafrales no familiares (hasta 1250 jornales zafrales anuales para el caso de la fruticultura).

El número de plantas y el aporte a la producción total se asocia con la escala productiva. En 2013, los productores de menor escala (hasta 10 hectáreas) ocuparon 42% de la superficie, reunieron 38% de las plantas totales y aportaron 39% de la producción. En tanto los 70 productores de mayor escala (más de 20 hectáreas frutícolas) representaron aproximadamente 7%, ocuparon 43% de la superficie, reunieron 46% de las plantas y aportaron 48% de la cosecha (MGAP DIEA, 2014).

Si bien en los predios frutícolas es difícil identificar un único sistema de producción, ya que las innovaciones se van incorporando en forma paulatina (Fúster Rebellato *et al.*, 2011), en general los predios de mayor superficie manejan mayor proporción de cultivos en alta densidad, por lo que el número de plantas también es mayor. Se asume que un mayor número de plantas se corresponde con una mayor escala productiva, mayor especialización en el cultivo de FHC y un uso más intensivo de los factores de producción (MGAP DIEA, 2003a; Ferrer *et al.*, 2013). Según una caracterización de Tommasino *et al.* (2014) en base a los datos del CGA 2011, la inversión en tecnología, mejoras y activos fijos aumenta con la escala productiva.

En los predios de menor escala predomina el cultivo de durazno, debido a su mayor facilidad de manejo, sus menores costos de producción y a la disponibilidad de variedades que permiten ampliar el periodo de cosecha (CINVE, 2011; Ferrer *et al.*, 2013). A medida que aumenta la escala productiva se observa una relativa especialización en el cultivo de manzana y pera (Ferrer *et al.*, 2013; MGAP DIEA, 2014).

En relación al destino de la producción, no se observan variaciones significativas respecto a la tendencia histórica: 81% de la cosecha correspondió a

consumo de fruta fresca en el mercado interno, 18% a la industria y 1% a la exportación (MGAP DIEA, 2014). Los datos se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Frutales de hoja caduca. Destino de la producción total y por especie, en toneladas en la zafra 2013.

Destino	Total	Manzana	Durazno	Pera	Ciruela	Nectarino	Membrillo
Total	79.198	45.626	16.849	8.749	2.243	1.615	4.116
Fruta fresca	63.777	34.575	16.563	8.495	2.243	1.603	297
Industria	14.642	10.396	286	161	0	12	3.788
Exportación	561	468	0	93	0	0	0
Otros ^{1/}	218	187	0	0	0	0	31

^{1/}No especificados.

Fuente: adaptado en base a MGAP DIEA (2014).

Distintos informes indican que la disminución de la cosecha no afectó el abastecimiento interno con fruta fresca de origen nacional (MGAP DIGEGRA – CAMM, 2014) ni se registraron aumentos significativos en los precios mayoristas (MGAP DIEA, 2015b). Respecto a las importaciones, MGAP DIEA (2015b) registra una disminución de 15% para manzana y aumentos considerables en pera (210%), ciruela (91%) y nectarino (194%). Si bien puede inferirse que estos aumentos responden a problemas de calidad a causa del temporal de enero la información disponible no permite una afirmación categórica al respecto.

En la zafra 2013 se registró un aumento en el volumen de manzana destinado a la industria, que se atribuye a la disminución en calidad de la fruta a causa del temporal. Por igual motivo se considera que las exportaciones de la zafra resultaron marginales (MGAP DIEA, 2014).

En 2013 continúa la tendencia a aumentar las densidades de cultivo en manzana, durazno y pera. En líneas generales, en manzana se mantiene la superficie y el número de plantas, en pera disminuye la superficie y se mantiene el número de plantas y en durazno disminuyen la superficie y el número de plantas. Nectarino y

ciruela no presentan variaciones significativas y en general se cultivan en montes pequeños, con menos de mil plantas. Membrillo es la única de las especies consideradas que tiene como destino principal a la industria y no existen mayores variaciones en superficie y número de plantas; de los 116 productores de membrillo en 2013, solo 6 con montes de más de 5 mil plantas aportaron 45% de la cosecha total (MGAP DIEA, 2014).

La superficie bajo riego permanece en el entorno de 55 %. El riego predomina en pera y en manzana, con 66% y 64% de la superficie cultivada bajo riego respectivamente (MGAP DIEA, 2014) y se asocia claramente con el incremento de escala y la disponibilidad de recursos para realizar la inversión (Tommasino *et al.*, 2014; MGAP DIEA, 2003a).

Las intenciones de plantación y arranquío se ubican en 3% del total de plantas y se considera que los productores tienen escaso interés en aumentar la superficie frutícola y la plantación está orientada a reponer montes viejos (MGAP DIEA, 2014).

1.2. GRANIZO

1.2.1. Caracterización del fenómeno

El granizo se define como la precipitación de agua congelada y amorfa, de forma esférica irregular, constituida por un núcleo central de hielo esponjoso y una envoltura gruesa, compuesta por capas alternas de hielo transparente y opaco (Torres Ruiz, 2006).

Se forma en nubes de gran desarrollo vertical, de tipo cumulonimbos, en las que sucesivas corrientes ascendentes y descendentes al interior de la nube van formando las capas que constituyen la piedra, cuyo diámetro oscila entre 5 y 50

milímetros y ocasionalmente aún más grandes. Las nubes que originan el granizo son fenómenos aislados, que cubren fajas estrechas del territorio; la caída de granizo, generalmente asociada a fuertes vientos, ocurre en franjas con fronteras bien definidas (mangas) que hacen prácticamente imposible detectar la ocurrencia mediante la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas. La forma usual de registro es mediante el reporte de ocurrencia y en Uruguay no existe forma de cuantificarlo. La intensidad puede medirse de manera indirecta a través de los daños ocasionados (Caffera, 1985).

Diversas investigaciones se han aproximado a una caracterización del fenómeno en términos de frecuencia, distribución e intensidad.

En Estados Unidos, un análisis de series de 100 años de datos diarios realizado en 2000, estimó un máximo de eventos entre 1916 y 1955 y un mínimo entre 1976 y 1995. En China, a partir del análisis de patrones espaciales de ocurrencia entre 1961 y 2005 en diferentes estaciones del año, se concluye que el evento aumenta en las zonas montañosas y que la temporada de granizo comienza en la primavera tardía y finaliza al principio del otoño. En Santa Catarina (Brasil), la frecuencia de granizo se asocia a la altura sobre el nivel del mar y no se diferencia estacionalidad (Mehzer *et al.*, 2008a).

Un estudio realizado en el noreste de Italia concluye que la máxima ocurrencia de granizo se produce a fines de primavera y principios de verano, en los meses de junio y julio (Mehzer *et al.*, 2008b).

A nivel regional, Mehzer *et al.* (2008a, b, c; 2012) analizan la distribución espacial y temporal de eventos de granizo y la variabilidad estacional de ocurrencia en Argentina y aportan antecedentes que confirman las particularidades locales del evento señaladas en otros estudios. A partir de denuncias de afectación por

agricultores, se concluye que en la región de la pampa húmeda y en Córdoba la frecuencia de granizo presenta un máximo en el periodo setiembre-noviembre. En 2006, mediante impactómetros para granizo instalados en el Alto Valle del Rio Negro, se determinó que la mayor frecuencia ocurre entre octubre y marzo (Mehzer *et al.*, 2008b).

En la Región del Cuyo (Mendoza) la probabilidad de ocurrencia de tormentas convectivas capaces de originar granizo es constante durante el periodo estival (Cavagnaro *et al.*, 2014) y se indica una disminución de los eventos de granizo en la década de 1980 con respecto a la de 1950 en gran parte del país (Mehzer *et al.*, 2008c).

También en Argentina, Mehzer *et al.* (2008a) analizan series de 70 años de datos del Servicio Meteorológico Nacional y del INTA con el objetivo de caracterizar la distribución espacial y temporal del granizo. A pesar que existen periodos importantes en los que faltan registros, mediante interpolación se concluye que la máxima ocurrencia de granizo se da en las Sierras de Córdoba, Mendoza, La Quiaca, una localidad de Misiones y el extremo sur de la Patagonia. La ocurrencia se liga a la altura sobre el nivel del mar y/o la proximidad a zonas montañosas que provocan mayor inestabilidad y formación de tormentas intensas. En las zonas de mayor altitud, la mayor frecuencia del granizo ocurre en verano, mientras que en altitudes próximas al nivel del mar la mayor frecuencia corresponde a los meses más fríos (invierno y principios de primavera). El trabajo concluye en que en todas las estaciones analizadas la mayor frecuencia ocurrió en verano y primavera.

Para caracterizar la variabilidad estacional de la ocurrencia de granizo en las regiones centro, este y noreste de Argentina, Mehzer *et al.* (2008b) utilizaron datos diarios de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional y del INTA entre 1930 y 2007. Para todas las zonas estudiadas la época de mayor ocurrencia es la primavera,

cuando la inestabilidad atmosférica propicia condiciones para generar granizo, y es mínima en otoño. Además, se registra una disminución en la media estacional de ocurrencia de granizo en el periodo analizado (Mehzer *et al.*, 2008c).

El antecedente más reciente corresponde a Rodríguez y Muñoz (2017), quienes analizaron una serie de 37 años de registros para 24 localidades de los Valles Norpatagónicos, principal zona productora de manzanas y peras en Argentina. En el periodo analizado se registra un aumento en la frecuencia de ocurrencia de granizo en los últimos años, con variaciones a nivel local. La mayor frecuencia se da entre octubre y marzo, con máximos en enero seguido por diciembre y noviembre. Adicionalmente, el trabajo caracteriza la severidad del granizo en una escala de 1 a 3, en función del diámetro de la piedra y la cantidad de impactos por metro cuadrado. Se estima que por cada temporada una tormenta de granizo puede afectar hasta 10% de la superficie cultivada en la zona de estudio. El daño está en función de la sensibilidad del cultivo y de la severidad del evento: con un grado 2 los daños se catalogan como graves y con un grado 3 los daños son totales.

El granizo es un fenómeno de gran aleatoriedad y con efectos que pueden ser muy severos a nivel local, por lo que los esfuerzos para su detección y predicción resultan especialmente importantes.

En Argentina, el uso de radares meteorológicos se visualiza como una herramienta fundamental en la detección. Sin embargo, en la información de los radares hay periodos en blanco que no permiten conclusiones absolutas respecto a la relación entre la probabilidad de ocurrencia y la ocurrencia efectiva. La calidad de la información mejora cuando el desplazamiento de la tormenta es más lento, ya que se obtiene una mayor densidad de puntos de observación (Mehzer y Mercuri, 2010). En general, se entiende que el granizo es una variable de comportamiento incierto, difícil de pronosticar a mediano y largo plazo, aún con estudios de predicción a través

de índices de inestabilidad atmosférica. La escala temporal del fenómeno se mide en horas (3 horas con el uso de radares Doppler según Coronel, 2012) y la resolución espacial se fija entre 2 y 20 kilómetros (Banchero *et al.*, 2015). Esto, sumado a la gran aleatoriedad del fenómeno, hace muy complejo el establecimiento de sistemas de alerta temprana (Mario Caffera *com. pers.*, 5 julio 2016).

A nivel nacional, los antecedentes de investigación sobre granizo son escasos. El análisis de la ocurrencia, frecuencia y distribución espacial del fenómeno se dificulta a partir de los datos disponibles, a pesar que la red pluviométrica nacional ha sido y posiblemente sigue siendo la más densa de América Latina (Mario Caffera *com. pers.*, 10 julio 2016). Desde el punto de vista estadístico el granizo es considerado un evento raro por su baja frecuencia y no existen series suficientes de datos que permitan una caracterización exhaustiva. Además, la información colectada por la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas es puntual. Los datos de la siniestralidad disponibles de las aseguradoras cubren una mayor densidad de puntos, ya que expresan la ocurrencia de granizo en unidades de superficie afectada, pero incorporan una proporción de subjetividad al estimar el daño y no se registran todas las ocurrencias en todos los meses de todos los años. La frecuencia y distribución espacial y estacional podría inferirse por métodos estadísticos a partir de la información de las redes meteorológicas y pluviométricas, siempre que las series de datos disponibles cubran periodos extensos (Caffera, 1985).

En la década de 1980 existían tres antecedentes que se aproximan a una caracterización de la ocurrencia y distribución del granizo en Uruguay. En el trabajo *“Investigación sobre el granizo en Uruguay”* se analizan registros del Banco de Seguros del Estado (BSE) en el periodo 1934-47. A pesar de las limitantes respecto a la fuente de información utilizada, la investigación muestra una notoria diferencia estacional en la ocurrencia, con mínimos en verano y otoño y una tendencia creciente en un gradiente este-noreste a sur-suroeste, independiente de la época del año. La

mayor frecuencia tiene relación directa con la densidad de puntos de muestreo, lo que constituye el mayor sesgo estadístico del informe. Por su parte, la Dirección de Climatología y Documentación publica datos de frecuencia relativa media de ocurrencia mensual de granizo para 14 estaciones meteorológicas entre 1946 y 1970. Si bien se analiza un buen número de años, la ubicación de las estaciones no cubre todo el territorio y no da frecuencia anual para cada mes. Finalmente, los datos de granizo del Servicio Pluviométrico Nacional recopilados por la Dirección de Meteorología Agrícola entre 1979 y 1985 confirman algunas de las tendencias señaladas en el primer informe, pero no existen conclusiones definitivas (Caffera, 1985).

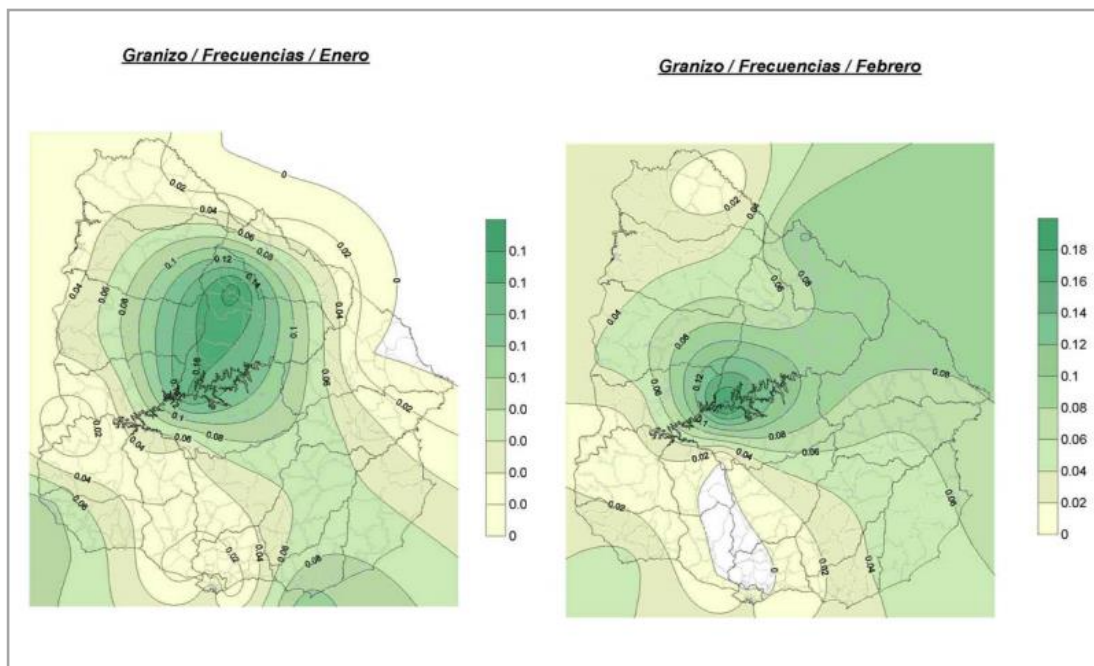
En 1985, el Departamento de Agrometeorología de la Dirección Nacional de Meteorología, elaboró un informe a solicitud del sector granjero con la finalidad de contribuir a la caracterización del granizo, donde se concluye que la zonificación y frecuencia de ocurrencia permitiría determinar áreas y épocas relativamente homogéneas y así mejorar las condiciones de control, previsión y posible inhibición del fenómeno. Sin embargo, se destacan las limitantes respecto a la disponibilidad de datos a partir de la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas a nivel nacional y al posible pronóstico de corto plazo, ya que para esa época la única información correspondía al radiosondeo diario del radar de Ezeiza (Argentina), el más próximo al territorio (Caffera, 1985).

Entre 2002 y 2006, en el marco de un proyecto de fortalecimiento de los seguros agropecuarios como política pública, el MGAP junto con la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y la Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados (AGROSEGURO), realiza un análisis climático tendiente a la generación de mapas de riesgo agroclimático (Methol y Vila, 2005). En el estudio se analizan series de datos sobre temperatura, precipitación y granizo, provenientes de las estaciones de las redes de la Dirección

Nacional de Meteorología (DNM) y del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), para establecer zonas homogéneas basadas en la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos citados para el cultivo de cereales y frutales de hoja caduca (AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008).

Para el granizo, la información disponible solo permitió calcular frecuencias. Los datos de la red de estaciones de DNM presentan limitantes para la descripción del fenómeno, entre las que se citan la alta variabilidad en las series históricas y largos períodos sin información (los datos de la red pluviométrica para riesgo de granizo van hasta 1989). Por otra parte, la información de INIA es amplia, pero parte de un escaso número de estaciones. En consecuencia, de las 222 estaciones de DNM comprendidas en el estudio se seleccionaron 21 en las que existía suficiente información que permitiera interpolar los datos para analizar la frecuencia de ocurrencia de granizo. Los resultados coinciden con la investigación mencionada a partir de los datos del BSE (1934-47): la frecuencia máxima de ocurrencia se da en el mes de julio, con una probabilidad de 0,075%, seguido por agosto y setiembre, con 0,060% para cada mes (AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008).

Respecto a la distribución espacial, los datos del informe son parciales. La frecuencia de ocurrencia para los meses de enero y febrero muestra un patrón de distribución relativamente concéntrico, con gradientes decrecientes a partir de un punto máximo (AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008). Si bien los resultados obtenidos obedecen fundamentalmente a la disponibilidad de datos y la ubicación de las estaciones relevadas, la tendencia se asemeja parcialmente a los resultados del estudio de datos del BSE. En la figura 7 se muestran los mapas de frecuencia de ocurrencia de granizo para los meses de enero y febrero.



Fuente: AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008.

Figura 7. Distribución espacial de la frecuencia de ocurrencia de granizo para los meses de enero y febrero en Uruguay.

Más allá que las limitantes de información disponible no permitieron caracterizar en forma definitiva el granizo en términos de frecuencia, intensidad y distribución geográfica, el estudio generó una serie de datos adicionales que contribuyen a la comprensión del fenómeno. Se generó una base de datos y se ajustó una propuesta metodológica de interpolación que se considera de utilidad para análisis futuros, se establecieron periodos de sensibilidad de los cultivos según su fase fenológica y para el caso de los FHC se definió al granizo como el evento más dañino para la producción. Al respecto, de forma participativa entre productores, técnicos y actores institucionales, el granizo fue catalogado como riesgo de carácter prioritario a atender en el corto plazo, seguido por viento y lluvias persistentes. El análisis para manzanas de variedades rojas de ciclo medio, duraznos muy tempranos y peras tempranas determinó que el granizo puede ocasionar pérdidas de 4,4% de la cosecha en manzanas y peras y hasta 9,5% en durazno (AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008).

El antecedente más reciente a nivel nacional corresponde a Rijo y Santiñaque (2011). Las autoras realizan una investigación sobre metodologías de análisis espacial y temporal del fenómeno en Uruguay a partir de una base de datos, proporcionada por DNM y la empresa Surco Seguros, que contiene información de ocurrencia anual de granizo para 19 estaciones meteorológicas entre 1998 y 2008. Utilizando la metodología de interpolación de datos ajustada en el trabajo de AGROSEGURO, las autoras encontraron que el mayor promedio de ocurrencia se ubicaría en la región centro-norte y el menor en zonas cercanas a la costa oceánica, con una tendencia espacial del promedio anual de granizadas en dirección sur-norte y oeste-este, resultados que coinciden parcialmente con los presentados en la figura 4. La ubicación de las estaciones en el territorio y la disponibilidad de datos, con importantes periodos de vacío en los registros, dificultan una caracterización definitiva respecto a la distribución temporal del fenómeno.

En síntesis, la formación del granizo depende directamente de condiciones de anomalías atmosféricas que favorecen la inestabilidad vertical y este aspecto resulta de especial importancia en circunstancias de variabilidad climática en aumento. Los antecedentes consultados coinciden en que una de las principales limitantes para la investigación es la disponibilidad de series de datos lo suficientemente largas y actualizadas y de este modo, los resultados a nivel nacional e internacional, no permiten la caracterización concluyente del evento.

1.2.2. Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia frente al granizo

Entre varios modelos predictivos disponibles, se pronostica para los próximos años incrementos en la variabilidad climática, destacándose para Uruguay aumentos en la frecuencia, intensidad y duración de eventos adversos y extremos (Oyhantçabal y Methol, 2010; IPCC, 2014). A nivel nacional existe acuerdo en que la variabilidad climática y la ocurrencia de este tipo de eventos, entre los que se incluye el granizo,

son capaces de provocar pérdidas muy importantes para el sector agropecuario y frecuentemente se necesitan varios años para recuperarse de los daños ocasionados (Baethgen, 2009; Giménez y Lanfranco, 2009; Oyhantçabal y Methol, 2010; Tiscornia *et al.*, 2016).

La prioridad estratégica definida por el MGAP en el marco del Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC) es la adaptación del sector agropecuario al cambio y la variabilidad climática con el objetivo de reducir la vulnerabilidad (Oyhantçabal y Lindemann, 2013).

La vulnerabilidad surge como resultado de la combinación de procesos naturales y socioeconómicos que generan riesgos para los sistemas de producción (Bidegain *et al.*, 2013). Depende directamente de los niveles de conocimiento tradicional de los agricultores, que determinan el diseño y manejo de sus agroecosistemas, y de los niveles de organización social, que contribuyen en mayor o menor medida a reducir los riesgos (Nicholls Estrada *et al.*, 2013).

Se entiende que la vulnerabilidad climática es una función directa de la interacción entre la exposición a diferentes eventos, la sensibilidad de los sistemas y la capacidad de adaptación (Oyhantçabal y Lindemann, 2013; Bidegain *et al.*, 2013; Nicholls Estrada *et al.*, 2013). La percepción y los conocimientos de los productores son fundamentales en la generación de estrategias de adaptación frente al cambio y la variabilidad climática (Zuluaga *et al.*, 2013).

La percepción acerca del cambio climático de los productores frutícolas, hortícolas y vitícolas tomados en conjunto, indica que 80% cree que el clima en Uruguay está cambiando mucho. Entre los principales problemas identificados, 27% destacan el aumento de temperatura, 18% el quemado de sol y 15% la mayor frecuencia de eventos extremos (Equipos Mori, 2013), entre los que se considera el

granizo. Además de su baja predictibilidad, en las condiciones de Uruguay no se dispone de tecnología para evitarlo o minimizar los daños que puede ocasionar.

En Argentina, la siembra de nubes con ioduro de plata para inhibir la formación del granizo es una práctica difundida en zonas productoras de frutales y vid. El Programa Provincial de Lucha Antigranizo de Mendoza afirma que logró disminuir cerca de 28% las pérdidas por granizo en cultivos de vid mediante la siembra de ioduro de plata en el periodo 1998-2013 (Cavagnaro *et al.*, 2014). Los elevados costos de la medida hacen inviable su aplicación en Uruguay, aunque existen antecedentes (no documentados) de sembrar ioduro de plata mediante chimeneas que se encendían cuando se pronosticaba una inestabilidad fuerte (Mario Caffera *com. pers.*, 10 julio 2016).

A nivel internacional no existen resultados totalmente concluyentes sobre la efectividad de la aplicación de ioduro de plata y tampoco existe acuerdo respecto a los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana. Klein (1978) asegura que el ioduro de plata es altamente tóxico y puede ocasionar daños en el ambiente en función de la cantidad y concentración utilizadas en la aplicación, mientras que otras investigaciones señalan que no existen impactos ambientales negativos por el uso de esta técnica (Howell, 1977; Harris, 1981; WMA, 2009). Estudios realizados en Australia muestran que las concentraciones de ioduro de plata utilizadas para inhibir el granizo no generan toxicidad ambiental, a pesar de tratarse de una sal altamente insoluble en agua, aunque causaría efectos en la salud humana frente a altas exposiciones (Williams y Denholm, 2009). La acumulación de ioduro de plata en superficie no ha sido suficientemente estudiada, aunque se reportan impactos negativos en la fauna del suelo y de agua dulce en México (Fajardo *et al.*, 2016) y toxicidad para peces en Estados Unidos (Webb y Wood, 2000).

Los efectos del granizo sobre los frutales dependen de la época de ocurrencia, directamente relacionada con el estado fenológico, y de la intensidad y tamaño de la granizada (Caffera, 1985; Ferrer *et al.*, 2013). A nivel nacional, el estudio de AGROSEGURO determinó para manzana que la sensibilidad es muy alta desde el comienzo de la brotación hasta la cosecha y es media durante el receso invernal. El trabajo de AEI-MGAP-AGROSEGURO (2008) no brinda información sobre las otras especies.

Entre las respuestas y estrategias identificadas en el marco del PNRCC para reducir la vulnerabilidad frente a eventos extremos no existen medidas específicas para el granizo, pero algunas de ellas pueden adaptarse a este fin. Las medidas propuestas pueden agruparse en torno a tres ejes fundamentales: tecnología, instrumentos financieros y diversificación (Baethgen, 2009; Giménez y Lanfranco, 2009; SNRCC, 2009; CNFR, 2011; FAO MGAP, 2013a).

Las tecnologías propuestas por Baethgen (2009), SNRCC (2009), CNFR (2011) y Ferrer *et al.* (2013) para reducir la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos hacen énfasis en la implementación de riego, el manejo del suelo, el mejoramiento genético o el uso de variedades adaptadas. Estas medidas pueden contribuir a la recuperación del sistema posterior al evento, pero no evitan o reducen daños por granizo.

CNFR (2011) plantea el uso de estructuras de protección (invernáculos, sombráculos, microtúneles) que pueden disminuir el riesgo en cultivos de bajo porte, pero no son aplicables en montes frutales. En bibliografía extranjera se señala el uso de mallas antigranizo como el método de defensa pasiva más efectivo a nivel predial. Además de proteger del daño por granizo, son efectivas para reducir el quemado de sol de la fruta con buenos resultados en Argentina, Brasil y Australia (Martínez *et al.*,

2002; Talamini Do Amarante *et al.*, 2009; Raffo *et al.*, 2015). A pesar de tener una buena duración, su alto costo las hace poco viables para la fruticultura en Uruguay.

El segundo eje de las estrategias de respuesta corresponde a los instrumentos financieros, que consisten en la transferencia de riesgos a través de seguros, subsidios y fondos de emergencia que compensan parte de las pérdidas a causa de un evento adverso (SNRCC, 2009; Baethgen, 2009; Giménez y Lanfranco, 2009).

El instrumento financiero más difundido a nivel mundial son los seguros contra granizo. En Uruguay, la primera póliza fue emitida en 1914 por el BSE para cultivos cerealeros y hasta la actualidad es el seguro que predomina en el sector agropecuario, aunque con diferencias entre rubros (Vila, 2009; Methol y Cortelezzi, 2017). Tradicionalmente la contratación de seguros en la FHC ha sido baja; en 2009 contaban con pólizas para granizo 53% de los productores de mayor escala y 12% de los productores familiares (CINVE, 2011).

En 2002 el Estado instrumentó los seguros agropecuarios para el sector granjero como política pública (Vila y Methol, 2005). Ese año se crea el Fondo de Reconstrucción y Fomento de la Granja (FRFG), a partir de 2011 Fondo de Fomento de la Granja (FFG), que cuenta entre sus objetivos la promoción en la contratación de seguros mediante convenios entre el MGAP, el BSE y otras aseguradoras, subsidiando parte de las primas (MGAP, 2015). Sin embargo, hasta el año 2013 la penetración no superó 35% de los productores (Quintans y Methol, 2014).

A partir de las pérdidas a consecuencia del temporal de enero de 2013, que significaron un costo elevado para el Estado por pago de indemnizaciones, el MGAP decidió fortalecer los seguros para la granja, aumentando las tasas de subsidios (hasta 90% para los productores de menor escala) y exigiendo la contratación de pólizas para poder acceder a los diferentes programas de apoyo. Como resultado de

la medida se registró un aumento de 131% en las contrataciones, alcanzando en 2014 a 77% de los productores frutícolas (Quintans y Methol, 2014; Methol y Cortelezzi, 2017).

Entre las medidas propuestas dentro del PNRCC, la diversificación aparece como una estrategia adecuada para mejorar la capacidad de adaptación de la FHC al cambio y la variabilidad climática.

La diversidad es un aspecto central en el enfoque agroecológico y son múltiples las investigaciones que demuestran que es una de las claves de la resiliencia. Además de su rol en la producción de bienes agrícolas, incrementa la capacidad funcional de los sistemas, reduce la vulnerabilidad y mejora la adaptación frente a la variabilidad climática, ya que los componentes de la diversidad responden de manera diferente a las fluctuaciones (Altieri y Nicholls, 2013; Nicholls Estrada *et al.*, 2013).

Una investigación llevada adelante por Holt Giménez (2002) en América Central encontró que los sistemas diversificados sufrieron menos daños luego del huracán *Mitch*. En Chiapas, sistemas de café con altos niveles de diversidad fueron menos dañados por el huracán *Stan* y en Cuba, luego del huracán *Ike*, los predios más diversificados sufrieron menos pérdidas y recuperaron más rápido su producción (Altieri y Nicholls, 2013). En Colombia, Córdoba Vargas y León Sicard (2013) encontraron que la diversidad mejoró los niveles de resiliencia a la variabilidad climática.

Altieri y Nicholls (2013) citan varios trabajos que demuestran que los sistemas diversificados son capaces de adaptarse y resistir los efectos del cambio climático. Así, por ejemplo, sistemas agroforestales, policultivos y sistemas silvopastoriles son capaces de regular el balance hídrico y el microclima local, permiten obtener varios

productos y minimizar riesgos, son más estables en sus rendimientos y disminuyen menos su productividad en condiciones de stress.

En Cuba, un estudio de la resiliencia frente a afectación de plagas en sistemas expuestos a sequías y ciclones tropicales, identificó varias prácticas agroecológicas utilizadas como adaptación al cambio climático y la resistencia fitosanitaria simultáneamente. Dentro de las prácticas identificadas se destacan las que promueven la diversidad, en especial la manipulación de la composición florística a través de arreglos espaciales y temporales de cultivos y manejo de la vegetación auxiliar y espontánea. Estas estrategias, sustentadas por evidencias científicas, han sido validadas por la práctica y el conocimiento tradicional de los agricultores, que les permite incorporar innovaciones adaptadas a las condiciones locales (Vázquez Moreno, 2013).

En sistemas agroecológicos en Colombia, Zuluaga *et al.* (2013) y Ríos Osorio *et al.* (2013) identificaron que los agricultores utilizan parcelas de cultivo diversificadas, selección y conservación de la variabilidad genética y mantenimiento de parches y corredores biológicos naturales como estrategia de adaptación a la variabilidad climática. El uso de estas estrategias incorpora una importante carga de conocimiento tradicional y cosmovisiones de las comunidades con las que se trabajó.

Rogé y Astier (2013) realizaron una investigación participativa con comunidades campesinas en México, que demuestra el valor que estas le otorgan a la diversidad como factor de resistencia frente a eventos climáticos extremos y por los beneficios sociales y económicos que representa, estimulando el desarrollo de economías y redes locales en tiempos de crisis.

A nivel nacional, estudios sobre sensibilidad y capacidad adaptativa en los FHC establecen que el aumento de la vulnerabilidad climática se asocia a la baja

diversificación, la relativa especialización y la concentración geográfica de la producción (Ferrer *et al.*, 2013).

Si bien no existen estudios concretos que relacionen la diversidad con la vulnerabilidad y resiliencia en frutales, se evidencia un valioso conocimiento tradicional de los productores, acumulado a través de varias décadas de experiencia en el sector, que les permite generar estrategias de adaptación a través de la diversificación. La combinación espacial y temporal de distintas especies y variedades de FHC y/o la incorporación de otros rubros es una práctica aplicada en los sistemas frutícolas, fundamentalmente los de menor escala (MGAP DIEA, 2003a; 2015c; CINVE, 2011). Aunque en general no sea una estrategia planificada en función del cambio y la variabilidad climática, la diversificación contribuye de manera importante a la adaptación y mejora en general los indicadores sociales, económicos, productivos y ambientales del sistema.

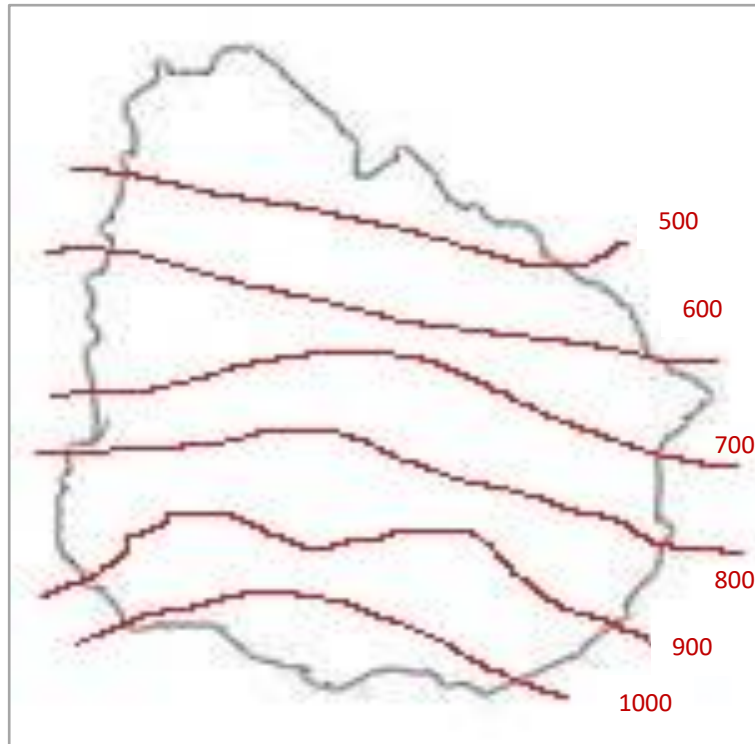
Gliessman (2002) y Altieri y Nicholls (2013) demuestran que la diversidad mantiene y mejora la productividad total del sistema. Además, a escala predial, la diversidad temporal que se obtiene combinando especies, variedades o rubros con distintos ciclos permite racionalizar las tareas productivas y distribuir el uso de los recursos a lo largo del año, mejorar la estabilidad en los ingresos y al mismo tiempo disminuir los riesgos frente a coyunturas económicas desfavorables y eventos climáticos puntuales (CNFR, 2011; Altieri y Nicholls, 2013).

La diversificación puede plantearse, además, como una estrategia de adaptación a nivel regional. Paisajes estructuralmente complejos enriquecen la diversidad y pueden mejorar los efectos negativos de la intensificación a nivel local, disminuir la presión de plagas, mejorar la resiliencia y contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria y al desarrollo rural (Tscharntke *et al.*, 2005; Altieri y Nicholls, 2007; Perfecto y Vandermeer, 2012; Altieri *et al.*, 2014).

Como muestra la evolución de los volúmenes de cosecha presentados, la variabilidad en la producción de frutales está fuertemente asociada a las condiciones climáticas. La principal variable climática que afecta la producción es la temperatura, pero eventos puntuales y localizados, como granizo o fuertes vientos, han afectado al sector en varias oportunidades con consecuencias productivas, económicas y sociales, por lo que se afirma que la concentración geográfica del cultivo es un factor que aumenta la vulnerabilidad climática (Ferrer *et al.*, 2013).

En base a los resultados obtenidos por Contarín Villa y Curbelo Bacci (1987), se pueden identificar potenciales zonas de producción en el país, con las condiciones adecuadas de temperatura para que la mayor parte de las variedades de FHC disponibles cumplan sus requerimientos de frío invernal. El modelo ajustado por los autores continúa siendo utilizado en la actualidad para estudios en fruticultura.

La figura 8 integra las curvas tentativas de las unidades de frío efectivas, calculadas por Contarín Villa y Curbelo Bacci (1987) a partir de los registros de la DNM en el periodo 1979-1985 en varias localidades del país.



Fuente: modificado de Antonio Formento *com. pers.*, 26 marzo 2012.

Figura 8. Unidades de frío estimadas para Uruguay (Contarín Villa y Curbelo Bacci, 1987).

Entre las especies cultivadas en el país, manzana y pera son las de mayores requerimientos (cuadro 6 del Anexo 3); para manzana, 750-1000 unidades de frío son suficientes para romper la dormancia (Ferrer *et al.*, 2013). En base a los requerimientos y a la disponibilidad efectiva de frío a nivel país, es posible entonces plantear alternativas a la concentración geográfica e incluso ampliar las especies cultivadas considerando, además, la aptitud de los suelos y disponibilidad de agua, factores fundamentales en la producción.

La perspectiva agroecológica considera la multidimensionalidad de los sistemas de producción y es así que se podrían integrar criterios productivos, económicos, sociales, culturales y políticos en una estrategia de adaptación para la fruticultura a nivel nacional, que contribuya a reducir la vulnerabilidad climática y al

mismo tiempo fortalezca la producción familiar y garantice el aporte a la seguridad y soberanía alimentaria de la población.

Con respecto a la seguridad alimentaria, el Plan Estratégico para la Fruticultura (Caputi y Canessa, 2012) señala que el mercado interno está muy cerca de la saturación para el consumo de fruta fresca. Sin embargo, un estudio de Gómez Perazzoli (2017) en base a los volúmenes de producción nacional de frutas y hortalizas afirma que la oferta representa solo 50% del consumo mínimo recomendado para una alimentación saludable. Por tanto, una propuesta de rediseño debería integrar aspectos que aseguren una producción suficiente para cubrir los requerimientos mínimos y al mismo tiempo, la disponibilidad y accesibilidad a fruta de calidad en todo el territorio.

Se entiende necesario que la discusión combine el conocimiento científico con el conocimiento tradicional, incorporando visiones y experiencias de productores, investigadores, técnicos y población consumidora, promoviendo una reflexión acerca del modelo de desarrollo deseado.

1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS ORIENTADORAS

A partir de la revisión sobre la caracterización del granizo y de las características generales de la FHC surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿el daño fue homogéneo dentro del área afectada?, ¿existe relación entre la diversidad cultivada de FHC y el daño?, ¿es posible reducir la vulnerabilidad frente al granizo a través del manejo de la diversidad?

Así, como **objetivo general**, el trabajo plantea contribuir al desarrollo de estrategias de resiliencia agroecológica para la fruticultura.

Como **objetivos específicos** plantea:

- Evaluar el daño por granizo para las especies y variedades de FHC afectadas en enero de 2013.
- Identificar patrones de distribución espacial de daño por el granizo de enero de 2013.
- Identificar posibles relaciones entre la diversidad de FHC y el daño por granizo.
- Identificar aspectos de diseño en función de la diversidad de FHC que contribuyan a reducir la vulnerabilidad frente al granizo.

La investigación se basa en las siguientes hipótesis orientadoras:

- La intensidad de daño no fue homogénea dentro del área afectada.
- Es posible identificar un patrón de distribución espacial del daño.
- Existe relación entre la diversidad cultivada de FHC y el daño por granizo.
- La diversidad contribuye a reducir la vulnerabilidad.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se sintetizan los principales lineamientos teóricos que guían la investigación. La Agroecología es el marco general desde el cual se analiza el proceso de intensificación en la fruticultura y permite aportar elementos para discutir una propuesta de transición hacia una producción sustentable, que aporte a la seguridad y soberanía alimentaria y al desarrollo rural, con la diversidad como elemento estructurador de resiliencia.

2.1. INTENSIFICACIÓN AGRARIA EN LA FRUTICULTURA DE HOJA CADUCA EN URUGUAY

Desde sus inicios, la concentración geográfica de la producción frutícola en Uruguay ha generado condiciones para una elevada exposición al riesgo climático. La transformación del sector, iniciada a fines del siglo XX y basada en la intensificación productiva, unida a una creciente variabilidad climática, hace que los sistemas sean cada vez más vulnerables, aumentando en forma importante el riesgo.

La intensificación agraria es un proceso que ha sido definido en forma parcial por varios autores como aumentos de los rendimientos y los insumos empleados por hectárea, elevado uso de tecnología y capital en el proceso productivo, dependencia de la economía de mercado y reducción de los niveles de diversidad y que también puede interpretarse a partir de sus impactos a nivel ambiental y socioeconómico (Gazzano Santos, 2014).

Al contrario de lo que ocurre con la expansión de la agricultura extensiva y la forestación (García Préchac *et al.*, 2010; Ceroni Acosta, 2013), en la fruticultura se mantiene la concentración geográfica, y el área cultivada muestra una tendencia a la baja en los últimos años según la evolución y caracterización presentadas. La

intensificación ocurre fundamentalmente por la reducción de la diversidad, la relativa especialización productiva, los aumentos en las densidades de plantación, incremento en el uso de insumos, tierra y capital (Ferrer *et al.*, 2013) y en las inversiones en tecnología, mejoras y activos fijos (Tommasino *et al.*, 2014).

La reducción de la diversidad conduce a una dependencia creciente de insumos externos (plaguicidas, fertilizantes, combustibles) para mantener los mecanismos de regulación de plagas, los ciclos biogeoquímicos y los flujos de energía (Gliessman, 2002; Altieri, 2007; Altieri *et al.*, 2014), que causan problemas ambientales (erosión, contaminación), así como una presión creciente sobre los recursos y aumentos en los costos de producción.

La simplificación aumenta, además, los riesgos asociados al clima (FAO-MGAP, 2013a). Los daños por eventos extremos (granizo, vientos, fuertes lluvias) impactan severamente la producción y frecuentemente se trasladan a los ciclos siguientes (Altieri y Nicholls, 2013). La recuperación en general es lenta e implica costos adicionales que en muchos casos agravan los problemas de rentabilidad de los fruticultores familiares y pueden comprometer su continuidad en el sector.

La concentración geográfica de la fruticultura traslada la homogeneidad a nivel de paisaje y si la ocurrencia de eventos climáticos extremos coincide con el área de producción, éstos pueden comprometer la producción total y dado el destino fundamental para consumo interno, afectar la seguridad alimentaria de la población.

En el marco de la política de adaptación impulsada por el MGAP se han identificado diversas medidas tecnológicas, productivas y financieras tendientes a disminuir los riesgos (FAO-PNUD, 2016). A pesar que el trabajo se plantea como un enfoque interdisciplinario y transversal para la gestión del riesgo, las estrategias contempladas no abordan la complejidad del problema en su totalidad y en muchos

casos implican aumentos de costos que no las hacen viables para los productores de menor escala.

2.2. AGROECOLOGÍA: EJE DE UNA PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

La Agroecología, surgida como un enfoque teórico y metodológico que estudia la actividad agraria desde una perspectiva ecológica, integra conocimientos de diferentes disciplinas con el conocimiento y prácticas locales en la comprensión y crítica del modelo convencional de agricultura. Se presenta como una estrategia de desarrollo rural sustentable (García Bartolomé, 2001; Caporal *et al.*, 2005; Gliessman *et al.*, 2007; Altieri, 2007; Caporal, 2013; Sevilla Guzmán, 2017).

La propuesta agroecológica se desarrolla en torno a tres dimensiones: a) ecológica-técnica-productiva; b) socioeconómica-cultural y c) sociopolítica (Guzmán Casado *et al.*, 2000; Sevilla Guzmán, 2017). Estas dimensiones, fuertemente interrelacionadas y mutuamente dependientes, conducen a un abordaje de la realidad que considera que los agroecosistemas son resultado de la interacción entre los sistemas agrarios y los sistemas sociales en los que se desarrollan, que evolucionan y se modifican a través de las influencias mutuas de sus componentes (Norgaard, 1994). Los componentes biofísicos, económicos, sociales, culturales, tecnológicos y políticos funcionan como una totalidad organizada (García, 2006; Gazzano y Achkar, 2013) y se articulan en torno a la dimensión local, donde las diferentes identidades, realidades y valoraciones incorporan aspectos sociales y políticos al manejo de los recursos naturales y pueden promover formas colectivas de acción social que conduzcan a un cambio hacia una producción y consumo humanos sustentables (Sevilla Guzmán y Woodgate, 1997; Sevilla Guzmán y Mielgo, 1999; Sevilla Guzmán y González de Molina, 2010).

En la dimensión técnico-productiva, la propuesta agroecológica aplica una serie de principios en el diseño de los agroecosistemas con el objetivo de aumentar la eficiencia biológica, mantener la capacidad productiva, la autosuficiencia y la resiliencia. Con el suelo y la diversidad como pilares del manejo agroecológico, los principios incluyen: promover el ciclado de nutrientes y los flujos de energía, sustituir los insumos externos, mejorar la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, diversificar en tiempo y espacio los componentes bióticos del sistema y optimizar las interacciones entre componentes (Altieri, 2007).

En su dimensión socioeconómica y cultural, la Agroecología rescata y revaloriza las prácticas y conocimientos locales para generar y promover estrategias de desarrollo justo y equitativo. La participación de productores y consumidores organizados puede controlar y redirigir la circulación de los bienes agrícolas, incorporando un fuerte componente ético que logre romper la lógica de apropiación de los recursos en busca exclusivamente de maximizar los beneficios económicos (Sevilla Guzmán, 2017).

Finalmente, para Sevilla Guzmán (2017), la dimensión sociopolítica de la Agroecología es la que permite la construcción de estrategias de cambio en las estructuras de poder, a través de la participación activa de los colectivos sociales en la búsqueda de soluciones. La Agroecología redefine el rol del investigador, cambiando su posicionamiento como sujeto externo al problema (Gazzano Santos, 2014) y constituye entonces un marco teórico transformador del “pensamiento científico convencional”, que en su forma de hacer ciencia reivindica el objetivismo, el universalismo y la neutralidad cultural (Sevilla Guzmán y Mielgo, 1999; Sevilla Guzmán y González de Molina, 2010). Esta perspectiva reconoce, revaloriza e incentiva la recuperación e intercambio de saberes locales, permite generar conocimiento en el lugar donde ocurren los problemas, construir soluciones acordes a las condiciones socioculturales del contexto y de ese modo incidir colectivamente

en el curso de las dinámicas de transformación social (Sevilla Guzmán y Mielgo, 1999; Giraldo y Rosset, 2016).

2.3. LA DIVERSIDAD COMO ELEMENTO ESTRUCTURADOR DE RESILIENCIA

La diversidad es un componente fundamental para la agricultura, como fuente de alimentos y otros bienes agrícolas y por su importancia en la sustentabilidad de los agroecosistemas (Gliessman, 2002; Gliessman *et al.*, 2007; Altieri, 2007; Sans, 2007; Altieri y Nicholls, 2013; Vara Sánchez y Cuéllar Padilla, 2013; Nicholls Estrada *et al.*, 2013; Nicholls *et al.*, 2015).

Existen diferentes formas de caracterizar y valorar la diversidad. Noss (1990) propone una caracterización de la biodiversidad en términos de composición, estructura y función.

La composición es la identidad y la variedad de seres vivos presentes, mientras que la estructura refiere a los arreglos físicos de los elementos en el espacio y en tiempo. Una forma directa de medir la diversidad en términos de composición y estructura es a través de índices. Sin embargo, los índices por sí solos no brindan una información lo suficientemente amplia para valorar la diversidad (Clergue *et al.*, 2005).

La función se relaciona con los servicios y procesos ecológicos que ocurren en el sistema (Noss, 1990) que comprenden, entre otras: producción, polinización, resistencia biótica y abiótica, regulación del microclima, diferenciación de hábitats, reciclaje de nutrientes, regulación del flujo de agua y detoxificación de productos nocivos (Clergue *et al.*, 2005; Altieri *et al.*, 2014).

Los agroecosistemas diversos presentan cuatro propiedades emergentes que aseguran su funcionamiento: compensación, complementariedad, redundancia y resiliencia. En un sistema diverso, diferentes especies cumplen diferentes roles, por lo que si una especie falla la compensación asegura que exista otra que reemplace su función. Por su parte, la complementariedad resulta de las combinaciones espaciales y temporales de los componentes de la diversidad que facilitan un uso complementario de los recursos o brindan ventajas asociadas (por ejemplo, fijación de nitrógeno o aporte de polen, néctar o refugio a enemigos naturales). La redundancia ocurre cuando en un sistema existen más especies que funciones; las especies redundantes en un momento determinado permiten que el sistema continúe funcionando luego de un cambio ambiental. Finalmente, la diversidad es un factor de resiliencia, que es la capacidad de los sistemas de readecuar su estructura organizacional y mantener su productividad luego de una perturbación (Altieri *et al.*, 2014).

La combinación de estas propiedades a nivel de paisaje puede generar arreglos espaciales que contribuyan a disipar el riesgo y a garantizar la producción de alimentos, aún en condiciones climáticas desfavorables o extremas. Así lo demuestran los resultados obtenidos en sistemas diversificados frente a eventos extremos (huracanes, inundaciones, sequías) en comparación con sistemas altamente homogéneos (Altieri, 2013; Altieri y Nicholls, 2013; Altieri *et al.*, 2015; Andrade Quiñones e Hidalgo Nieto, 2017).

Según Tscharrntke *et al.* (2005), matrices paisajísticas complejas pueden compensar los efectos locales de la intensificación en los agroecosistemas. Favorecer la diversidad en los agroecosistemas y la heterogeneidad del paisaje es una estrategia para aumentar la productividad, sustentabilidad y resiliencia de la producción, mantener y mejorar los servicios ecosistémicos, garantizar la seguridad alimentaria, mejorar los niveles de vida en general y promover acciones colectivas capaces de

enfrentar los impactos ambientales y socioeconómicos negativos debidos al cambio y variabilidad climática (Nicholls *et al.*, 2015).

La complejidad en los arreglos de los componentes de la diversidad está estrechamente asociada a la intervención del agricultor y el grado de cambio en los agroecosistemas se relaciona con la intensidad de la actividad productiva y con el estilo de agricultura, ya que en la diversidad agrícola pueden identificarse dos componentes: a) la diversidad productiva o planificada, que consiste en la combinación de cultivos y animales deliberadamente seleccionados y manejados por el productor, y b) la diversidad asociada, que incluye la vegetación espontánea y el conjunto de herbívoros, depredadores y descomponedores que se encuentran en las parcelas de cultivo y en los ambientes circundantes (Stupino *et al.*, 2014).

Numerosas comunidades campesinas de América Latina desarrollan sistemas agrícolas agroecológicos en los que el conocimiento tradicional, relacionado con las prácticas locales, determina el manejo de altos niveles de diversidad adaptada al entorno y promueve procesos ecológicos clave a diferentes escalas espaciales, desde el predio hasta la región, como lo citan Gliessman (2002), Altieri (2007) y Altieri *et al.* (2014) entre otros.

Según Gómez Perazzoli (2011), en Uruguay no existe un conocimiento milenario proveniente de sistemas nativos, pero existe un conocimiento acumulado vinculado a la producción de alimentos y la diversidad. Es así que muchos productores frutícolas con larga experiencia mantienen variedades adaptadas a las condiciones del predio o que presentan características deseables de calidad o favorables para su manejo, aunque no sean las que el mercado más demanda.

2.4. TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA HACIA SISTEMAS RESILIENTES

La transición agroecológica puede definirse como el proceso de transformación de los sistemas convencionales de producción hacia sistemas de base agroecológica. Debe entenderse como un proceso multidimensional de cambio, que ocurre a través del tiempo y espacio (Altieri y Nicholls, 2007; Gliessman *et al.*, 2007; Marasas *et al.*, 2012).

En este proceso es importante reconocer que los objetivos no se alcanzan solamente a través de un conjunto de técnicas ambientalmente apropiadas. Se requiere considerar el contexto socioeconómico y cultural que influye en las decisiones de los productores, así como las estrategias colectivas de organización capaces de fortalecer la transición, y las políticas públicas y redes institucionales que generen estructuras capaces de sustentar el proceso (Marasas *et al.*, 2012) y lograr un escalamiento desde el predio hasta la comunidad y la región.

Las estrategias de conversión agroecológica tienden a un aumento de la diversidad funcional de los agroecosistemas y se sustentan en el mejoramiento de la calidad del suelo y la diversificación espacial y temporal (Altieri y Nicholls, 2007; Gliessman *et al.*, 2007).

Metodológicamente, la conversión a nivel predial puede estructurarse en cuatro etapas, que no necesariamente son lineales y consecutivas (Gliessman *et al.*, 2007):

1. Eliminación progresiva de insumos mediante la racionalización y mejora en la eficiencia de uso.
2. Sustitución de insumos y prácticas convencionales por alternativas sustentables.
3. Rediseño del agroecosistema para optimizar los procesos ecológicos.

4. Cambio de ética y valores hacia una cultura de sustentabilidad.

La mayor parte de los procesos de transición no alcanzan la última etapa y si bien significan ventajas desde el punto de vista de la reducción de costos e impactos ambientales por la reducción de insumos, no modifican la lógica convencional (Altieri y Nicholls, 2007). De hecho, las primeras etapas no se diferencian del paradigma de la intensificación sostenible (Perfecto y Vandermeer, 2012) que, bajo la premisa de la sustentabilidad, funciona de la misma manera que el problema que intenta superar (Gazzano Santos, 2014).

Según Gliessman *et al.* (2007), solo a partir del cambio de ética y valores es que se puede lograr una verdadera transformación y el proceso se puede convertir en una estrategia de soberanía alimentaria. La clave es que los consumidores se informen no solo sobre los alimentos que consumen sino sobre las formas de producirlo y de este modo pueden también incidir en las decisiones de los productores.

La agroecología como ciencia, práctica y movimiento (Wezel *et al.*, 2009) articula múltiples posibilidades técnicas y organizacionales que, a través del apoyo de redes sociales, logra niveles crecientes de funcionalidad y respuestas de adaptación que permiten estrategias de escalamiento desde el predio hasta la totalidad del sistema alimentario (Van der Ploeg y Ventura, 2014; Van der Ploeg, 2015) para una transición hacia sistemas resilientes.

2.5. RESILIENCIA COMO ATRIBUTO DESEABLE DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

La resiliencia es la capacidad de un sistema de resistir, reorganizarse y recuperarse frente a una perturbación (Berkes *et al.*, 2004; Walker *et al.*, 2004).

En los agroecosistemas, la resiliencia ecológica no puede separarse de la resiliencia social, entendida como la habilidad de las comunidades de generar estructuras sociales capaces soportar impactos, externos o autoproducidos (antrópicos). Por esta razón, la construcción de resiliencia debe incorporar principios técnicos y sociales en el diseño de los agroecosistemas (Altieri, 2013).

Está ampliamente demostrado que la diversidad es un principio clave para el diseño de agroecosistemas resilientes, que debe sustentarse en principios sociales fundamentales. Según Altieri (2013), la capacidad de los agroecosistemas para construir resiliencia depende del contexto sociocultural y de la capacidad de los grupos humanos de reaccionar, movilizarse y adaptarse. Sistemas vulnerables han perdido su resiliencia y en consecuencia su capacidad de responder y adaptarse. La adaptabilidad es la capacidad comunitaria de construir resiliencia a través de acciones sociales colectivas, mientras que la transformabilidad es la capacidad de construir nuevos sistemas cuando las condiciones ambientales, socioeconómicas o políticas son críticas. Los principios mencionados no son independientes; se interrelacionan y deben ocurrir simultáneamente para alcanzar la resiliencia.

La vulnerabilidad refiere a la posibilidad de que un agroecosistema pierda diversidad, recursos, productividad o sus atributos socioculturales clave frente a una amenaza y es uno de los componentes del riesgo. El riesgo climático refiere a cualquier fenómeno natural o antrópico que pueda ocasionar un cambio en el ambiente que ocupa una comunidad de productores expuesta a ese fenómeno y resulta de la interacción entre amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. La amenaza se asocia a la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo frente al cual una comunidad está expuesta y es vulnerable, mientras que la vulnerabilidad es la incapacidad de absorber los efectos de un cambio ambiental o de adaptarse a ese cambio, que en definitiva determina la intensidad de los daños a causa de un evento extremo. La vulnerabilidad puede reducirse por la capacidad de respuesta, que

comprende los atributos de los agroecosistemas y las estrategias y manejos de los productores para adaptarse y reducir los riesgos (Altieri, 2013).

La adaptación vinculada a rediseños que incorporen la diversidad espacial y temporal proporciona vías para absorber los efectos de la variabilidad climática y responder frente a los cambios. Desde el punto de vista de la capacidad social de adaptarse, es fundamental considerar la pluralidad de conocimientos que toman formas técnicas específicas para el diseño y manejo de los agroecosistemas, estableciendo estrategias que conducen a reducir o minimizar el riesgo y mejorar la resiliencia.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El trabajo se centra en el análisis de una base de datos proporcionada por la Dirección General de la Granja (MGAP DIGEGRA), que contiene información sobre la afectación por el granizo de 2013. La información fue colectada por las organizaciones de productores a través de un formulario de encuesta autoadministrada, con valor de declaración jurada, que fue auditada y procesada por MGAP DIGEGRA. En garantía de la seguridad y confidencialidad de los datos personales la base es anónima. El formulario se presenta en el Anexo 4.

Los datos proporcionados fueron: departamento, número de padrón, especies y variedades cultivadas, superficie cultivada del total del padrón y de cada especie y variedad, y porcentaje afectado para cada especie y variedad.

El abordaje de investigación fue de tipo cuantitativo (en base a Sautu *et al.*, 2005) a través del análisis de información secundaria, procesamiento estadístico e integración espacial de los datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La zona de estudio comprende los departamentos de Montevideo, Canelones y San José en el sur del país.

La unidad de análisis es el padrón, definido como la unidad catastral mínima de ordenamiento territorial, y se tomaron en cuenta aquellos padrones que cultivaron al menos 1 variedad de FHC en la zafra 2013.

El daño, total y por especie, se evaluó a través de la Intensidad de Daño (ID), indicador que relaciona el porcentaje afectado a la superficie de cada padrón según la siguiente fórmula:

$$ID_{\text{padrón}} = \frac{\sum (\% \text{ afectado variedad } i) \times (\text{superficie variedad } i)}{\text{superficie total FHC}}$$

Se construyeron cinco categorías de daño, relacionando las ID con la cantidad de cosecha necesaria para cubrir los costos de producción (cuadro 5).

Cuadro 5. Categorías de daño construidas a partir de la Intensidad de Daño.

Intensidad de Daño	Categoría de Daño
ID = 0	0
0 < ID > 15	LEVE
15 < ID > 40	MODERADO
40 < ID > 60	SEVERO
ID > 60	MUY SEVERO

Ante la falta de coeficientes técnicos actualizados para el año 2013, las categorías de daño se fijaron en consulta con informantes calificados de MGAP DIGEGRA y del ámbito privado (Fabiana Osorio y Alejandro Pizzolón, *com. pers.*, 15 diciembre 2013). Se estima que las pérdidas usuales a campo se ubican entre 8 y 10% y llegan a 15% a lo largo de toda la cadena. Los costos varían entre especies y en función de la tecnología y las características de las unidades de producción, pero en promedio se ubican en el entorno de 40 – 60% de la cosecha.

Para la espacialización del daño se construyó un SIG utilizando el software ArcView© 3.3. El SIG integró la información primaria de los padrones en los departamentos de Montevideo, Canelones y San José, e información secundaria obtenida de las cartas del Servicio Geográfico Militar escala 1:50.000 en formato vectorial, disponibles en el LDSGAT-FC. Se utilizó el sistema de Referencia UTM, WGS-84, zona 21S. Cada padrón con información sobre el daño y la riqueza de frutales se tomó como un polígono identificado con su número de padrón y de departamento y

a partir de estos identificadores se construyó la base de datos con la información procesada. Posteriormente cada padrón fue convertido en un punto correspondiente al centroide del polígono, construyendo una cobertura vectorial de puntos que contiene el total de la información. Los valores de cada una de las variables obtenidos para cada punto se utilizaron para realizar una interpolación mediante el método Kriging universal lineal, con un tamaño de grilla de 500 m y la extensión correspondiente a los tres departamentos. Se realizaron las interpolaciones considerando los doce puntos más cercanos. Para este procedimiento se utilizaron las extensiones Spatial Analysis para ArcView 3.x y Kriging Interpolation. Una vez obtenida la grilla con los valores de distribución espacial continua de las variables, la cobertura se recortó con los límites de los departamentos y se construyó la cartografía.

Para estimar la diversidad se consideraron para cada especie las diferentes fechas de cosecha de las variedades cultivadas. Debido a que lo que se está analizando es el daño en un momento determinado frente a un evento puntual, en este trabajo se consideraron únicamente las variedades con fecha de cosecha entre fines de enero y abril-mayo, que se consideran susceptibles al momento del evento.

Para evaluar el daño en función de las épocas de cosecha se analizaron por separado las tres especies principales (manzana, durazno y pera), seleccionando todos los padrones que tuvieran al menos dos variedades con distinta época de cosecha. Con esta selección se obtuvieron dos grupos de padrones, uno en Montevideo y otro en Canelones, cada uno con al menos dos variedades de distinta época de cosecha. Se descartó el departamento de San José porque ningún padrón cumple con las condiciones definidas para el análisis. Los datos fueron analizados con un modelo lineal mixto donde se incluyó el efecto época de cosecha, departamento y padrón. Se asume que para un padrón particular la intensidad del granizo fue la misma y por lo tanto las variedades con distinta época de cosecha se comparan ante

una misma intensidad, eliminándose así la variabilidad espacial en la intensidad del granizo. El efecto padrón se consideró aleatorio, de modo de corregir los resultados debidos a las diferencias entre los padrones, las que son atribuibles, entre otros factores, a las diferencias en la intensidad del granizo o a la variabilidad espacial del fenómeno. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : nivel de daño,

μ : media general del daño de padrones de similares características en la zona de estudio,

α_i : efecto del i -ésimo departamento, i = Montevideo, Canelones,

β_j : efecto de la j -ésima época, j= temprana, de estación, tardía,

δ_{ij} : efecto de interacción entre departamento y época,

γ_k : efecto aleatorio del k -ésimo padrón, $\gamma_k \sim N(0, \sigma_g^2)$,

ε_{ijk} : error experimental, $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_g^2)$.

Cuando la interacción departamento - época de cosecha fue significativa ($p < 0.05$), se compararon los efectos de época de cosecha para cada departamento y los de departamento para cada grupo de época de cosecha. Cuando la interacción departamento - época de cosecha no fue significativa pero los efectos principales sí, se compararon los efectos principales: época de cosecha a través de departamento o departamento a través de épocas de cosecha, con pruebas de diferencia mínima significativa. Todos los análisis se hicieron con el procedimiento GLIMMIX de Statistical Analysis System, V9.4 (SAS Institute, N.C.).

Para complementar el análisis se ejemplificó el efecto de la diversidad sobre la ID, a partir de una simulación de padrones con distintos niveles de diversidad. Para facilitar la interpretación solo se consideraron algunas situaciones particulares. Se seleccionaron las tres especies principales (manzana, durazno y pera) y para cada una se consideraron 5, 4 y 2 grupos de variedades con distinta fecha de cosecha: manzanas desde enero a mayo, duraznos desde noviembre a febrero y peras de febrero y marzo. Para cada fecha de cosecha se consideró el nivel porcentual de daño obtenido en el análisis previo. Se simularon 27 padrones, asignando un porcentaje de la superficie total a cada especie y época de cosecha. Se consideraron casos de una sola variedad y distintos casos de diversidad, incluyendo diferentes variedades y épocas de cosecha. El porcentaje de daño del padrón se obtuvo con la fórmula:

$$Daño\ Padrón = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} s_{ij} * d_{ij}$$

donde:

s_{ij} es la proporción de superficie dedicada a la variedad i con fecha de cosecha j ,

d_{ij} es el daño expresado como proporción de la variedad i con fecha de cosecha j ,

$i = 1,2,3$ y $j = 1, \dots, n_i$,

n_i es el número de épocas de cosecha de la especie i ,

$n_i = 5, 4$ y 2 para manzana, durazno y pera respectivamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta la caracterización general de los padrones en relación a su ubicación, superficie y composición de especies cultivadas, así como la caracterización del daño en FHC a través de su intensidad y distribución espacial. Luego se presentan los resultados del análisis de la relación entre la diversidad cultivada de FHC y los niveles de daño. A partir de los resultados se discuten elementos de rediseño para la FHC, centrados en la diversidad como estrategia antiriesgo para eventos climáticos como el granizo.

4.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL UNIVERSO DE ESTUDIO

El universo de estudio quedó conformado por 1.041 padrones que en la zafra 2013 cultivaron al menos una variedad de FHC, ubicados en los departamentos de Canelones, Montevideo y San José, al sur del país. Estos padrones representan 53% del total de declaraciones juradas de la base original, que consta de 1.952 padrones.

El número de padrones analizados y las superficies totales según cultivo por departamento se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Número de padrones analizados y superficies totales, en hectáreas, por cultivo y por departamento.

DEPTO.	PADRONES	HOJA CADUCA	OTROS FRUTALES ^{1/}	CITRUS	CULTIVOS HORTÍCOLAS	FLORALES	TOTAL
MONTEVIDEO	306	968	8	41	32	0	1.050
CANELONES	713	2.043	9	73	186	2	2.312
SAN JOSÉ	22	244	0	126	5	0	375
TOTAL	1.041	3.255	17	240	223	2	3.737

^{1/} incluye granada, kiwi, arándano, higo, damasco, kaki, nogal

La superficie total, 3.737 hectáreas, corresponde a la suma de todas las superficies de todos los cultivos presentes en los padrones analizados sin tomar en

cuenta los niveles de daño. El 92% de esa superficie se ubica en los departamentos de Montevideo y Canelones, zona que concentra la producción de FHC a nivel nacional (MGAP-DIEA, 2014). Considerando solo los padrones que cultivaron FHC, la superficie fue 3.255 hectáreas y representa 50% del total de la zafra 2013 en todo el país (6.523 hectáreas según MGAP DIEA, 2014).

En 73% de los padrones analizados solo se cultivaban FHC, lo que muestra una baja diversificación productiva. No se puede afirmar que la baja diversificación a nivel de padrón se refleje a nivel predial, ya que, si bien en general los sistemas frutícolas son especializados, la unidad de análisis es el padrón, que en algunos casos puede corresponderse con la unidad predio, mientras que en otros casos el predio puede estar conformado por más de un padrón.

Las combinaciones de cultivos presentes en los padrones analizados están de acuerdo con la caracterización de CNFR (2011) y MGAP DIEA (2015a), excepto para el caso del cultivo de vid del cual no se tienen datos.

El cuadro 7 desglosa la superficie de FHC de los padrones analizados, por especie y departamento, sin tomar en cuenta los niveles de daño.

Cuadro 7. Superficies de frutales de hoja caduca de los padrones analizados, en hectáreas, por especie y por departamento.

DEPARTAMENTO	MANZANA	DURAZNO	PERA	CIRUELA	MEMBRILLO	NECTARINO
MONTEVIDEO	637	167	109	30	12	12
CANELONES	991	526	294	117	79	41
SAN JOSÉ	230	5	6	0	0	2
SUPERFICIE ANALIZADA ^{1/}	1.858	698	409	147	91	55
SUPERFICIE CULTIVADA ^{2/}	3.268	1.664	899	266	252	174
ANALIZADA/CULTIVADA (%)	57	42	45	55	36	32

^{1/} Según declaraciones juradas.

^{2/} Zafra 2012-2013, según MGAP DIEA (2014).

Con independencia de los niveles de daño, la proporción de la superficie total analizada respecto a la superficie total cultivada en la zafra 2013 supera 30% para todas las especies.

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO

El daño se caracterizó a partir de categorías establecidas por la ID y su distribución espacial, para el total de FHC y para cada una de las especies consideradas.

4.2.1. Daño total

La superficie total de FHC afectada por departamento, según las categorías de daño definidas, aparece en el cuadro 8. Se consideran todos los niveles de daño, que varían entre 0 y 100%.

Cuadro 8. Superficie de frutales de hoja caduca afectada, en hectáreas, según categorías de daño por departamento.

DEPARTAMENTO	INTENSIDAD DE DAÑO				
	0	LEVE	MODERADO	SEVERO	MUY SEVERO
MONTEVIDEO	53	82	177	167	476
CANELONES	126	216	375	432	898
SAN JOSÉ	96	43	97	7	2
TOTAL	275	341	649	606	1.376

La superficie afectada con daño diferente a 0 fue 2.972 hectáreas, que corresponde a 92 % del total. De esa superficie, 1.982 hectáreas sufrieron daño severo y muy severo (67%) y 990 hectáreas daño moderado y leve (33 %).

Respecto a la superficie afectada por departamento, como se observa en la figura 9, el menos afectado fue San José lo que puede explicarse, por un lado, por la menor superficie cultivada, que surge de las declaraciones juradas, y por otro, por las propias características de la manifestación espacial del granizo, que por ocurrir en franjas relativamente localizadas (Caffera, 1985), no coincidió geográficamente con el departamento en cuestión.

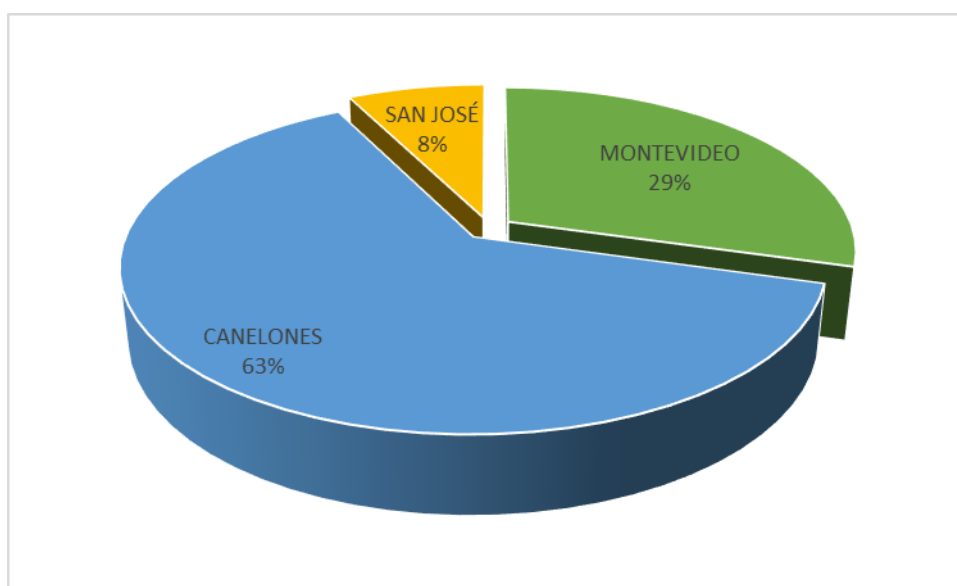


Figura 9. Superficies afectadas por departamento como proporción del total.

La figura 10 muestra la superficie afectada total según las categorías de daño.

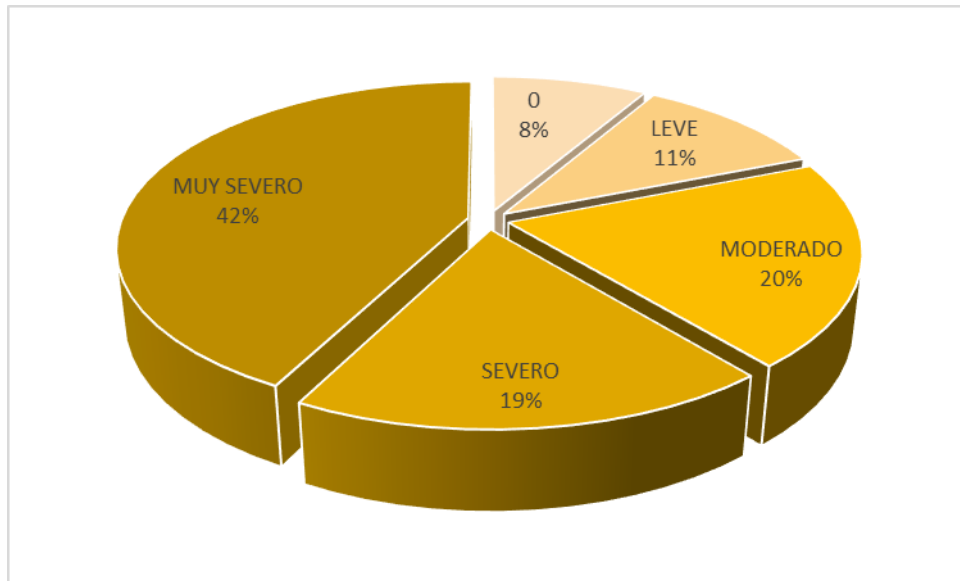


Figura 10. Proporción de superficie total afectada según categorías de daño.

En la figura 11 se muestra la superficie afectada según las categorías de daño por departamento.

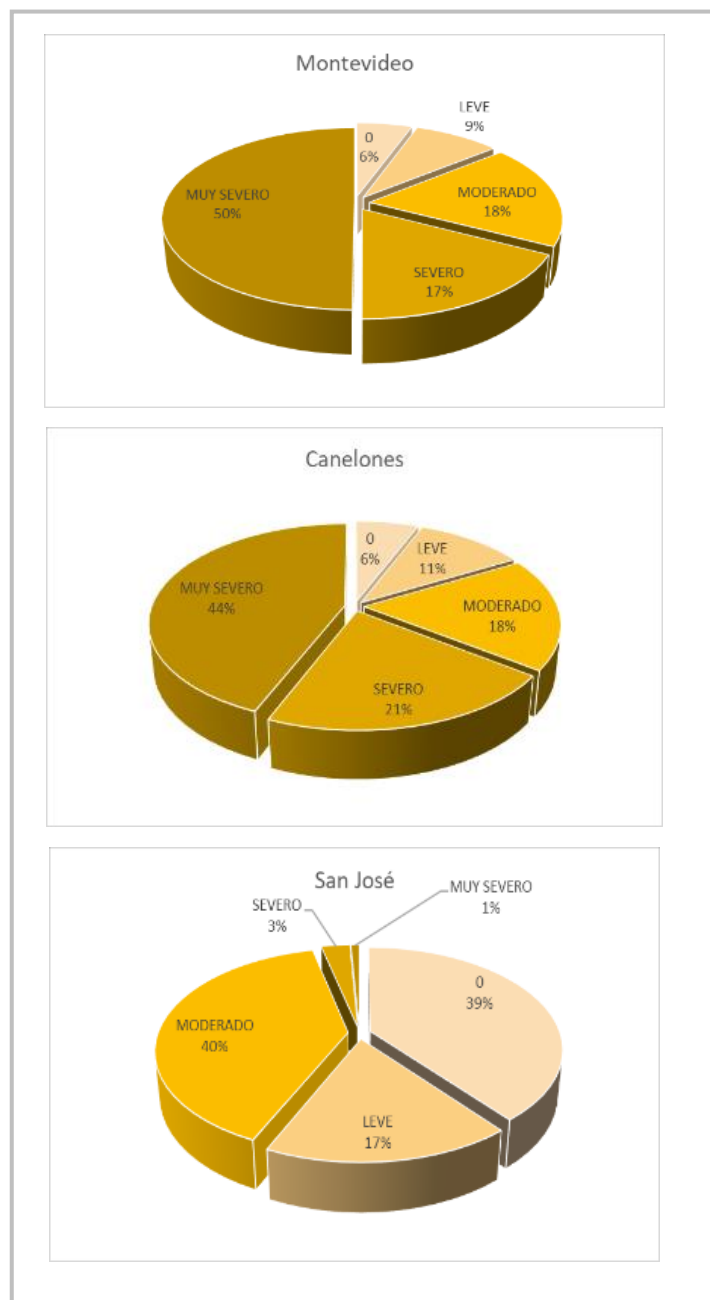


Figura 11. Proporción de superficies afectadas por departamento según categorías de daño.

Considerando la superficie total, 61% fue afectada con daño severo y muy severo (figura 10), con valores de 67% para Montevideo y 65% para Canelones (figura 11). Estos niveles de daño representan pérdidas superiores a 40% de la cosecha esperada y en base a los supuestos asumidos, en los padrones afectados se vio

comprometida la posibilidad de cubrir los costos de producción de la zafra. En 170 hectáreas de las que fueron analizadas, el daño fue total (ID = 100).

Las diferencias que se observan en el departamento de San José (figura 11) pueden atribuirse tanto a las características de la manifestación espacial del granizo anteriormente mencionadas como a la composición de especies de los padrones.

La espacialización de los niveles de daño, con independencia de la composición de especies de cada padrón, se muestra en la figura 12. Se observa una concentración de daño severo y muy severo en una franja de dirección norte-sur que abarca parte de los departamentos de Montevideo y Canelones.

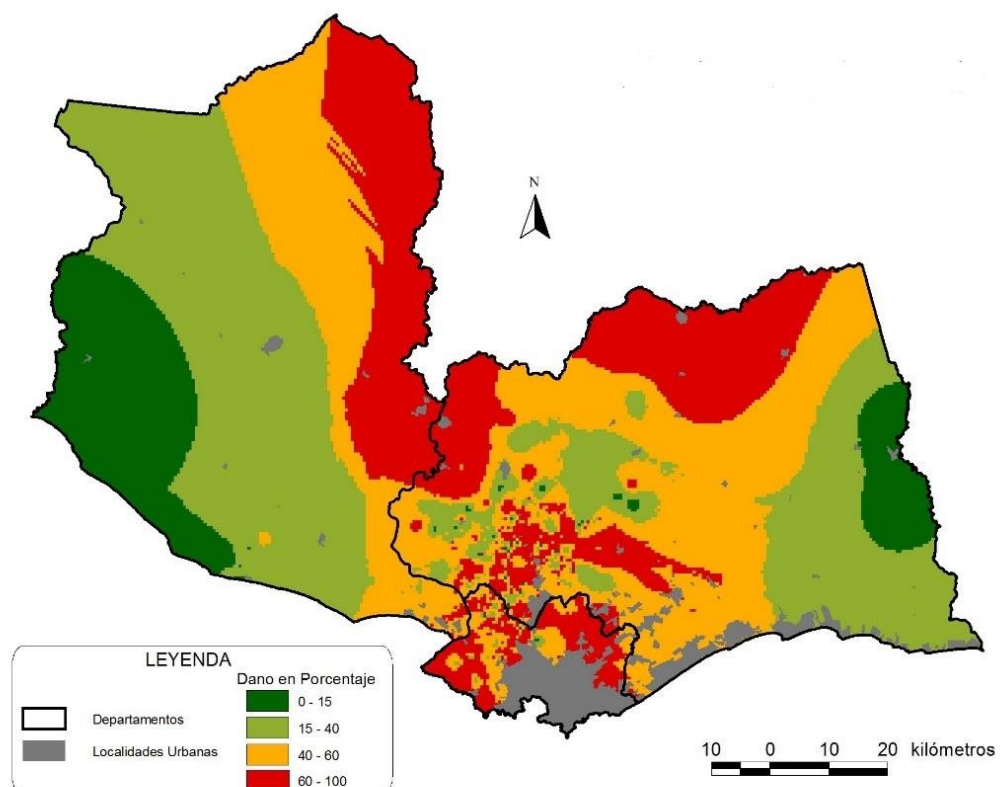


Figura 12. Distribución espacial del daño en frutales de hoja caduca según intensidad de daño en los padrones analizados.

La distribución espacial del daño concuerda con el patrón de ocurrencia del granizo (en mangas) y para el evento en estudio coincide con la zona que concentra la producción de FHC en el país. Cuando se compara este evento en particular con las caracterizaciones disponibles a nivel nacional (Caffera, 1985; AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008; Rijo y Santiñaque, 2011) no existe coincidencia respecto a la fecha ni la zona de ocurrencia, lo que refuerza el concepto de la escasa previsibilidad del granizo, aún en el caso de que se dispusiera de pronósticos, y la vulnerabilidad en función de la concentración geográfica, que vuelve operativa la amenaza.

Las diferencias en las ID totales podrían explicarse tanto por la intensidad del granizo, como por la localización de las especies dentro del área afectada y aspectos de diseño de los montes, tales como ubicación en laderas o bajos más o menos protegidos, estructura y edad de los árboles o densidades de plantación. Estos aspectos no fueron considerados en el presente estudio, ya que se asume como supuesto que tanto la intensidad del granizo como las características de los montes y la cobertura de especies son homogéneas en cada padrón. Sería deseable incorporar estos aspectos en futuras investigaciones para profundizar en la comprensión del granizo y de sus efectos en la producción y contribuir a generar estrategias de adaptación.

4.1.2. Daño por especie

El daño para las especies en estudio se caracterizó del mismo modo que el daño total, a través de las ID y la distribución espacial. El cuadro 9 muestra las superficies afectadas según la ID para cada especie y la proporción respecto a la superficie total analizada.

Cuadro 9. Superficies afectadas, en hectáreas y como proporción de la superficie total analizada ^{1/}, según intensidad de daño.

SUPERFICIE	INTENSIDAD DE DAÑO									
	0		LEVE		MODERADO		SEVERO		MUY SEVERO	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
MANZANA	136	7	153	8	377	20	339	19	852	46
DURAZNO	107	15	130	19	155	22	116	17	190	27
PERA	5	1	24	6	65	16	86	21	231	56
CIRUELA	13	9	18	12	24	16	37	25	55	38
MEMBRILLO	8	9	8	9	11	12	15	16	49	54
NECTARINO	7	13	8	15	15	27	13	23	12	22

^{1/} Según cuadro 7.

En la figura 13 se puede observar que la afectación según la ID fue diferente para cada especie.

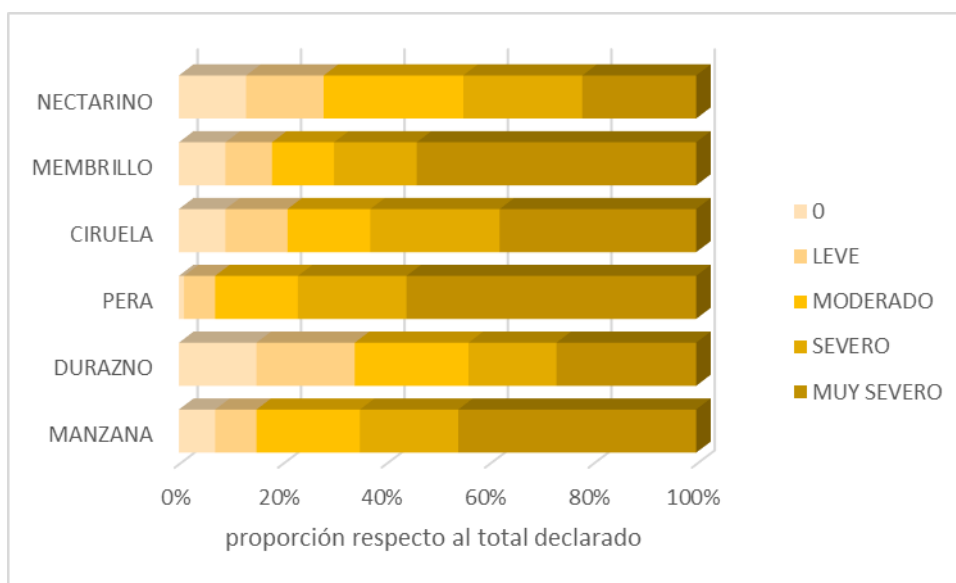


Figura 13. Proporción de superficies afectadas según la intensidad de daño por especie.

A pesar de las diferencias, se destaca la elevada proporción de daño severo y muy severo para todas las especies. Las diferencias en ID entre especies pueden

atribuirse a la composición varietal, ya que las variedades que ya habían sido cosechadas en la fecha del evento lograron escapar del daño.

En las figuras 14 a 19 se muestra la distribución espacial del daño para cada una de las seis especies consideradas.

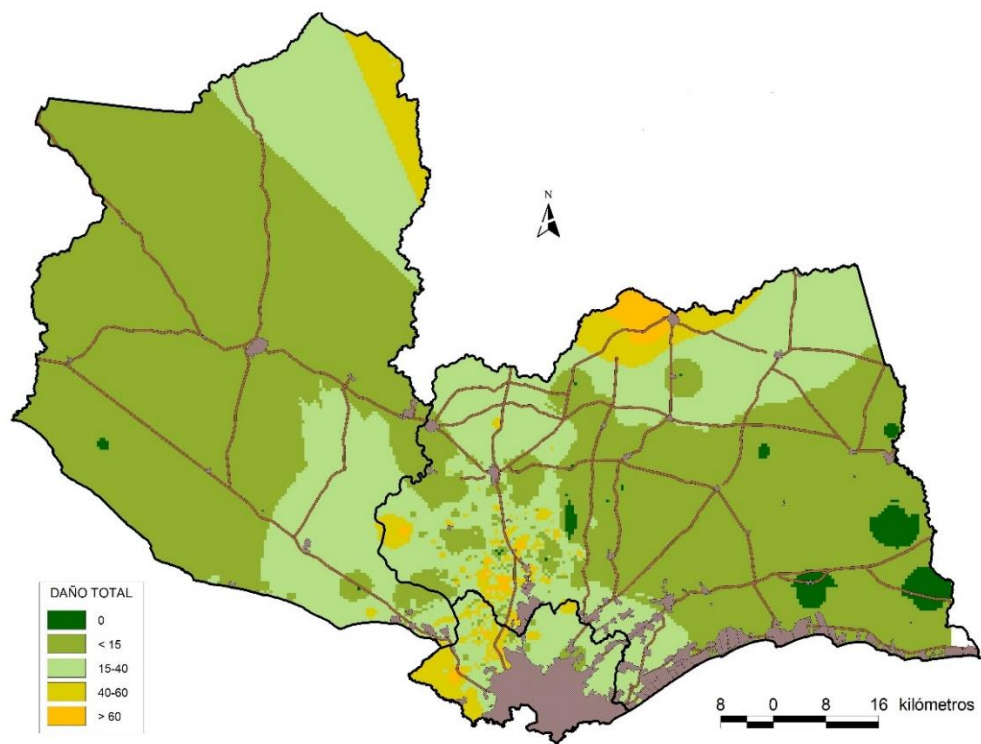


Figura 14. Distribución espacial del daño en manzana.

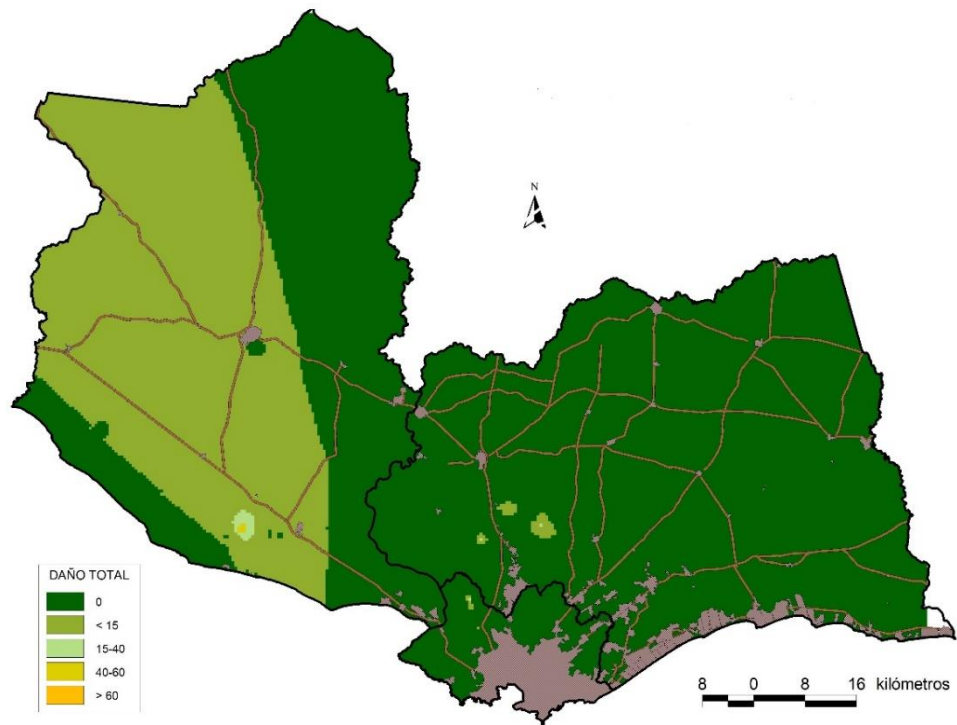


Figura 15. Distribución espacial del daño en durazno.

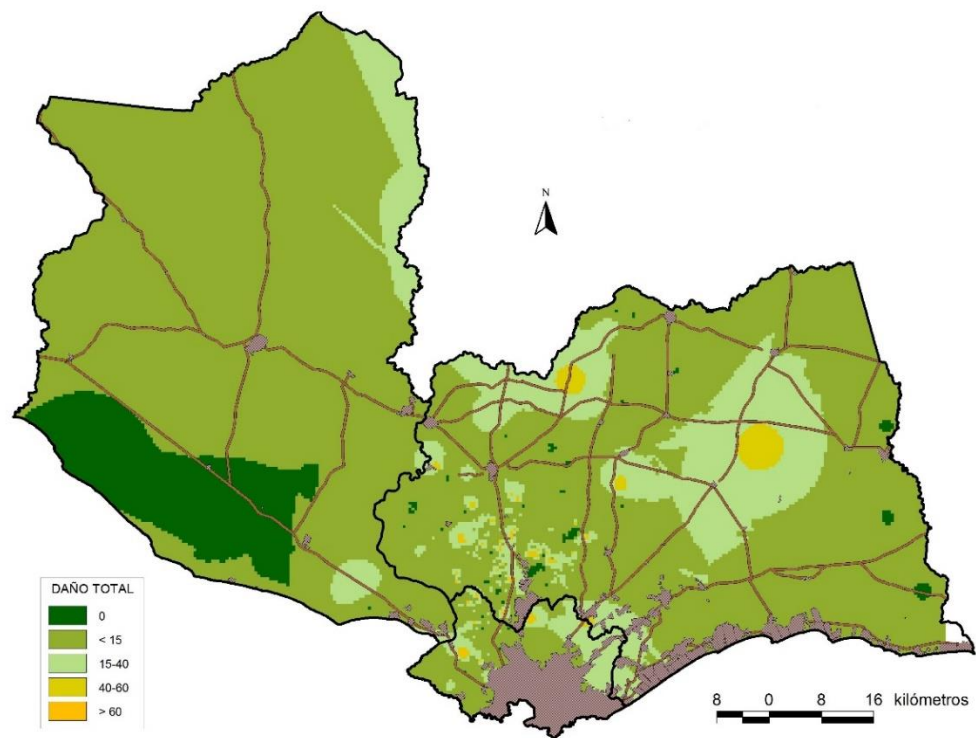


Figura 16. Distribución espacial del daño en pera.

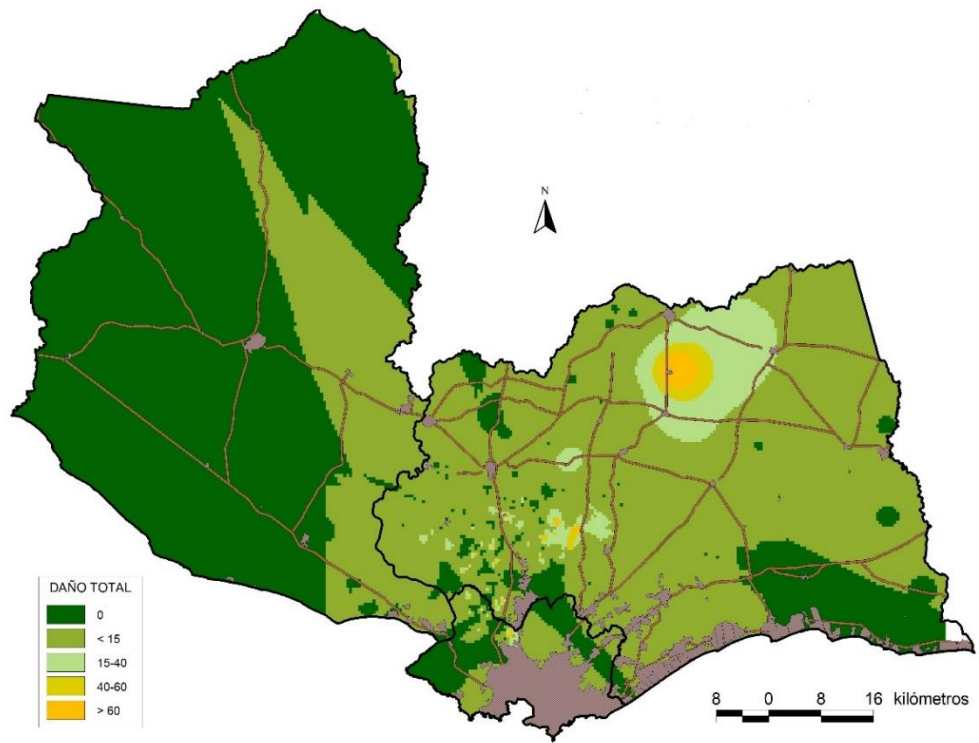


Figura 17. Distribución espacial del daño en ciruela.

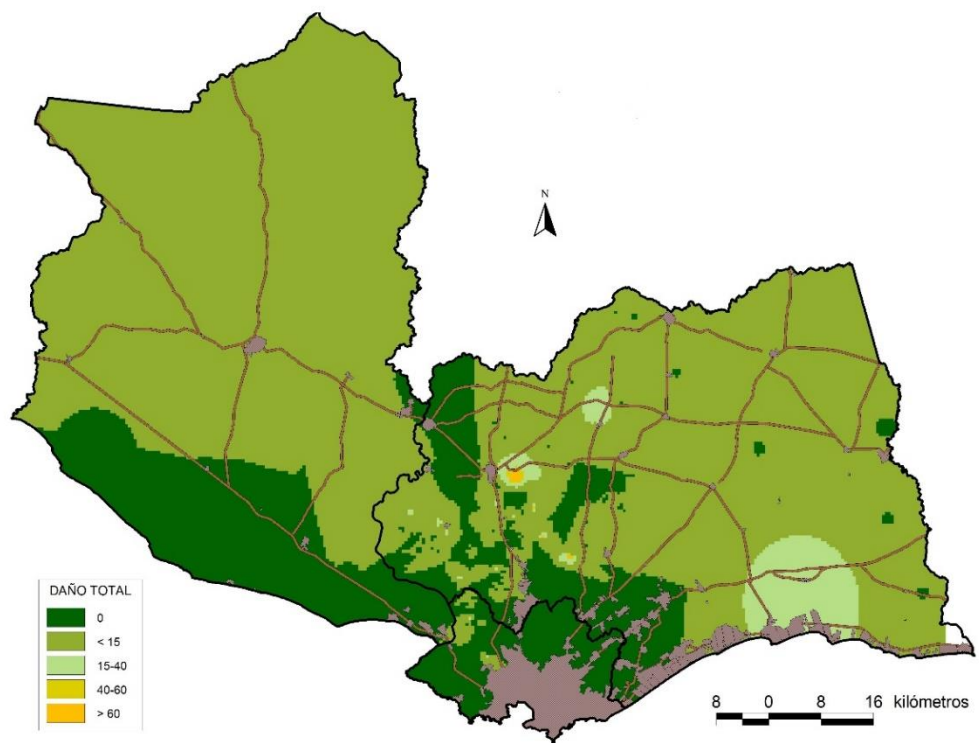


Figura 18. Distribución espacial del daño en membrillo.

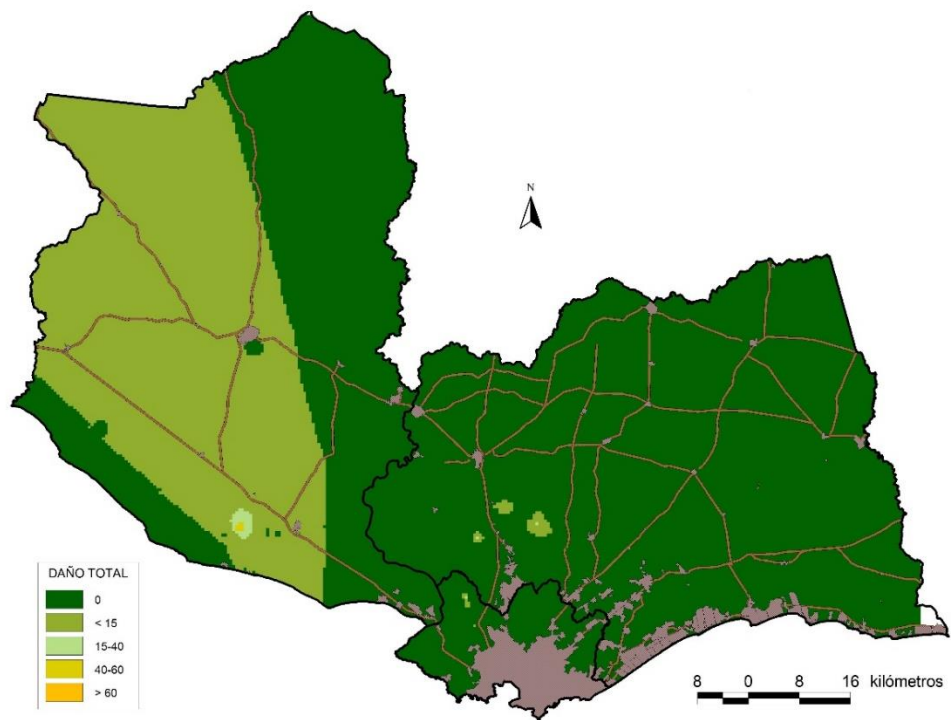


Figura 19. Distribución espacial del daño en nectarino.

La distribución espacial del daño por especie no muestra un patrón espacial definido como el de daño total. En este caso, las diferencias podrían atribuirse tanto a la intensidad del granizo como a las características de diseño de los montes y la localización de las especies dentro del área afectada o a una combinación de los factores mencionados. Respecto a la localización de las especies, la espacialización de la riqueza de variedades por especie muestra que existe una distribución espacial relativamente homogénea dentro del área de estudio (figuras 2 a 7 del Anexo 3).

Un aspecto a considerar en la explicación de las ID por especie es el estado fenológico de las variedades al momento del granizo, que las hacen más o menos vulnerables al daño. Dentro de cada especie, generalmente asociado a criterios económicos y de manejo, se cultivan variedades que cubren un período de cosecha más o menos amplio. Para el total de la FHC en el sur del país la cosecha comienza en

noviembre y culmina en mayo (figura 1 del Anexo 3), por lo que al momento del evento las especies se encontraban en diferentes estados fenológicos.

Las figuras 20 y 21 muestran las superficies afectadas según intensidad de daño para las variedades cultivadas por especie, en función de sus fechas de cosecha. Los datos completos figuran en el cuadro 6 del Anexo 3.

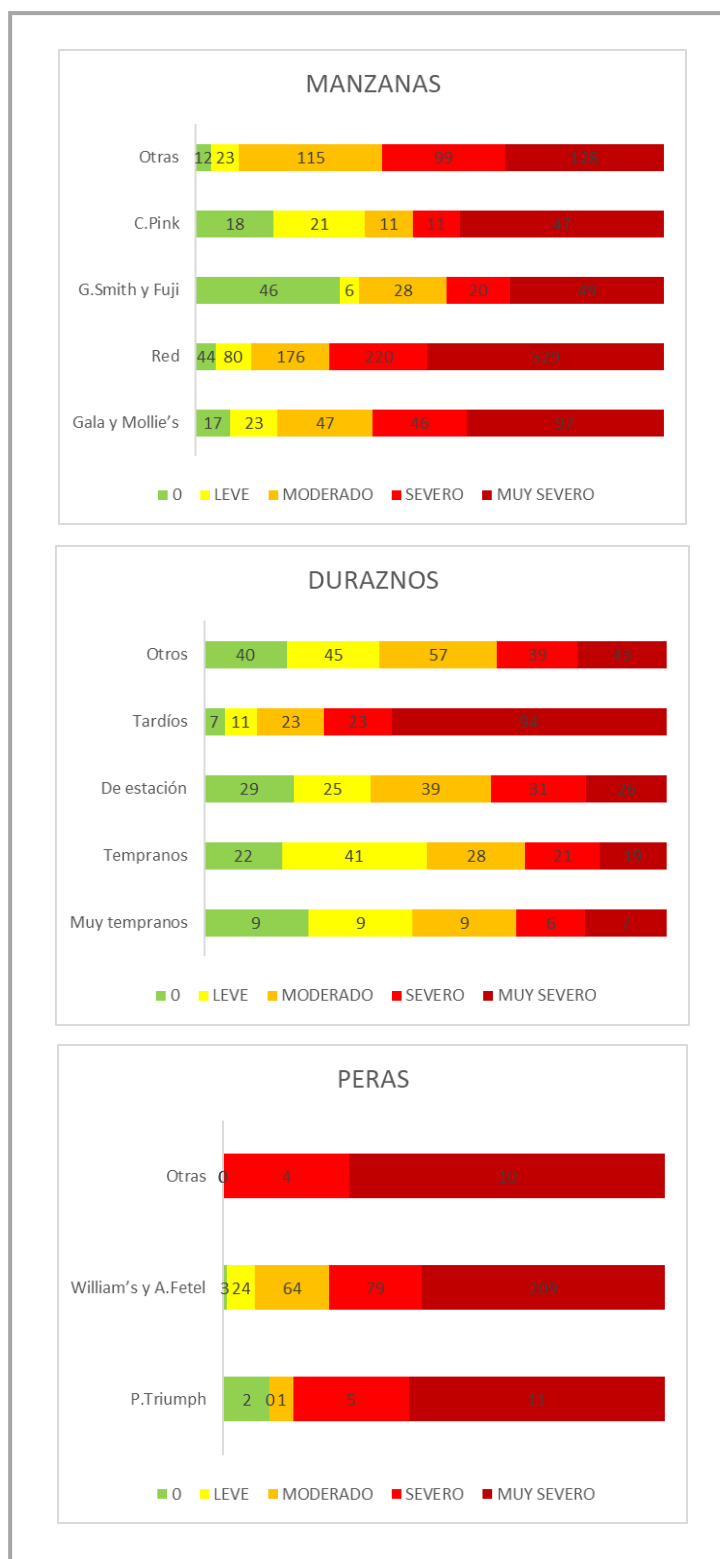


Figura 20. Superficies afectadas, en hectáreas, según intensidad de daño para las variedades cultivadas de manzana, durazno y pera.

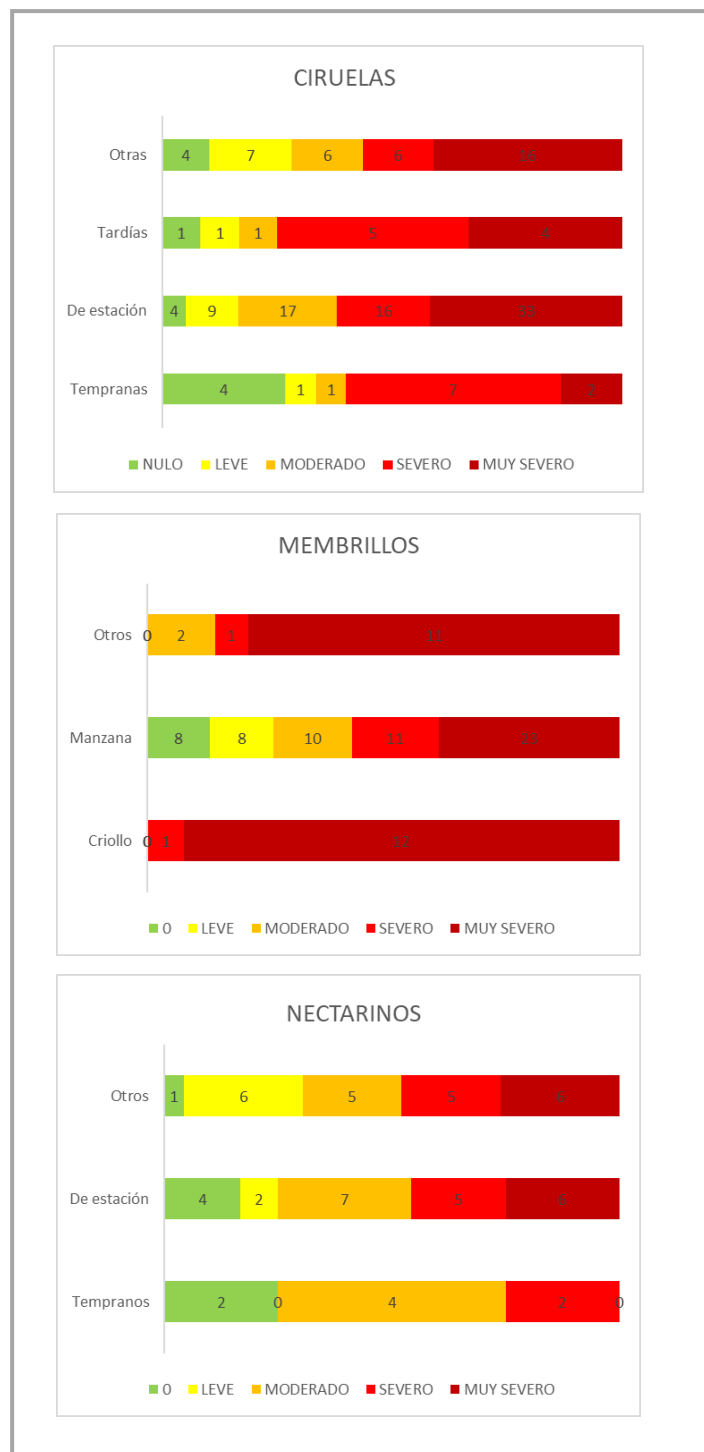


Figura 21. Superficies afectadas, en hectáreas, según intensidad de daño para las variedades cultivadas de ciruela, membrillo y nectarino.

El cálculo de las ID se realizó en base a las declaraciones de los productores de las pérdidas en la cosecha esperada para la zafra, por lo que parece evidente que las variedades más afectadas fueron aquellas que aún no habían sido cosechadas al momento del evento.

Los niveles de daño que se observan en variedades muy tempranas o tempranas de ciruela, durazno y nectarino, que ya habían sido cosechadas en la fecha del evento, pueden deberse a daños de importancia en madera y estructuras reproductivas de las plantas que justificarían una declaración jurada de pérdida total del monte (Alberto Gómez Perazzoli, *com. pers.*, 15 agosto 2016).

Los resultados obtenidos respecto a las intensidades de daño totales y por especie muestran que el daño no fue homogéneo dentro del área afectada, aspecto consistente con las características del granizo. Según se expresó antes, las diferencias pueden explicarse por la combinación de la intensidad del granizo, la estructura de los cuadros de cultivo y la distribución de las especies dentro del área, aunque no es posible determinar cuál de estos factores es más importante.

Como se observa en la figura 12, existe un patrón de distribución espacial del daño que coincide con el comportamiento del granizo, en franjas, y que en este caso coincidió con la principal zona de cultivo de FHC a nivel nacional. Para este evento en particular, la concentración geográfica constituyó un elemento de vulnerabilidad, que sumado a la fecha de ocurrencia fue determinante de la magnitud de los daños. Las intensidades de daño estimadas pueden considerarse una medida de la vulnerabilidad de los sistemas frutícolas frente al granizo.

La escasa diversificación dentro de cada padrón puede considerarse otro factor que aumenta la vulnerabilidad. Por ello a continuación, se presentan los análisis que relacionan la diversidad de FHC y las intensidades de daño.

4.3. RELACIÓN DIVERSIDAD - DAÑO PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS

Un supuesto central de la investigación es que la diversidad es un elemento estructurador de resiliencia y para este caso en particular contribuye a disminuir la vulnerabilidad frente al granizo, ya que permite escapar del evento y disipar el riesgo.

Debido a que se analiza un evento puntual e impredecible y que se parte de datos de la realidad en que se desconoce el arreglo de especies y variedades, no se establece un análisis directo diversidad productiva – daño, porque en esta situación la diversidad espacial de padrón, no permite explicar satisfactoriamente las diferentes ID de los padrones. Padrones con muy baja diversidad, que cultivaron una sola variedad cuya fecha de cosecha fue previa a la ocurrencia del granizo, lograron escapar del evento y no sufrieron daño. Por otro lado, padrones con mayor diversidad espacial, que cultivaron más de una variedad cuyas fechas de cosecha fueron posteriores a la ocurrencia del granizo sufrieron elevadas ID.

Según se pudo observar en los análisis presentados, las fechas de cosecha de las distintas variedades jugaron un rol fundamental en la explicación de los niveles de daño, por lo que el análisis de la relación entre el daño y la diversidad se centra en la diversificación temporal para manzana, durazno y pera, consideradas las especies más importantes dentro de la FHC en Uruguay, en los departamentos de Montevideo y Canelones.

4.3.1. Análisis del daño en manzana

La cosecha de manzanas comienza a fines de enero con las variedades del grupo Gala y finaliza en abril/mayo con la variedad Cripps Pink (figura 20). Más de 60% del cultivo se concentra en variedades del grupo Red, de cosecha en marzo.

El cuadro 10 muestra la diversidad temporal en manzana para los padrones analizados según departamento. Estos padrones presentan baja diversidad, predominando el cultivo de variedades del grupo Red (346 padrones, 52% del total).

Cuadro 10. Número de padrones analizados y diversidad temporal en manzana según departamento.

Variedades según fecha de cosecha					N° de padrones por departamento				% respecto al total
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	MONT	CAN	S JOSÉ	Total	
					6	9	0	15	2
					4	5	0	9	1
					134	209	3	346	52
					4	9	0	13	2
					23	27	0	50	8
					2	5	0	7	1
					13	34	2	49	7
					2	7	8	17	3
					1	16	0	17	3
					1	0	0	1	0
					22	67	0	89	14
					3	8	0	11	2
					12	15	0	27	4
					0	3	1	4	1
					0	1	0	1	0
					0	2	0	2	0
					0	1	0	1	0
					1	0	0	1	0
					1	0	0	1	0
Total					229	418	14	661	100

Las celdas sombreadas indican presencia de la variedad en los padrones analizados.

La producción de manzanas requiere de fecundación cruzada por lo que en los montes se cultivan dos variedades con similares fechas de floración que se fecundan entre sí. Entre los padrones analizados se destacan como combinaciones más frecuentes: 14% para las de variedades de febrero y marzo (Gala y Red respectivamente) y 8% para las variedades de marzo y abril (Red y Granny Smith respectivamente).

En la fecha de ocurrencia del granizo la mayor parte de las variedades de manzana no habían sido cosechadas y según datos del Observatorio Granjero (MGAP

DIGEGRA – CAMM, 2013) la zona afectada es la que concentra la producción de variedades del grupo Red y Granny Smith, lo que explica las elevadas ID registradas.

Para el análisis del daño se consideraron los padrones de Montevideo y Canelones que en la zafra 2013 cultivaron al menos dos variedades de manzana con diferentes épocas de cosecha.

La media del daño entre padrones y entre departamentos muestra una variabilidad ligeramente superior en Canelones respecto a Montevideo, con un error aleatorio de 0,03211, que corresponde a la interacción entre departamento, época de cosecha y padrón.

En la figura 22 se grafican los resultados de la comparación de medias de daño para Montevideo y Canelones.

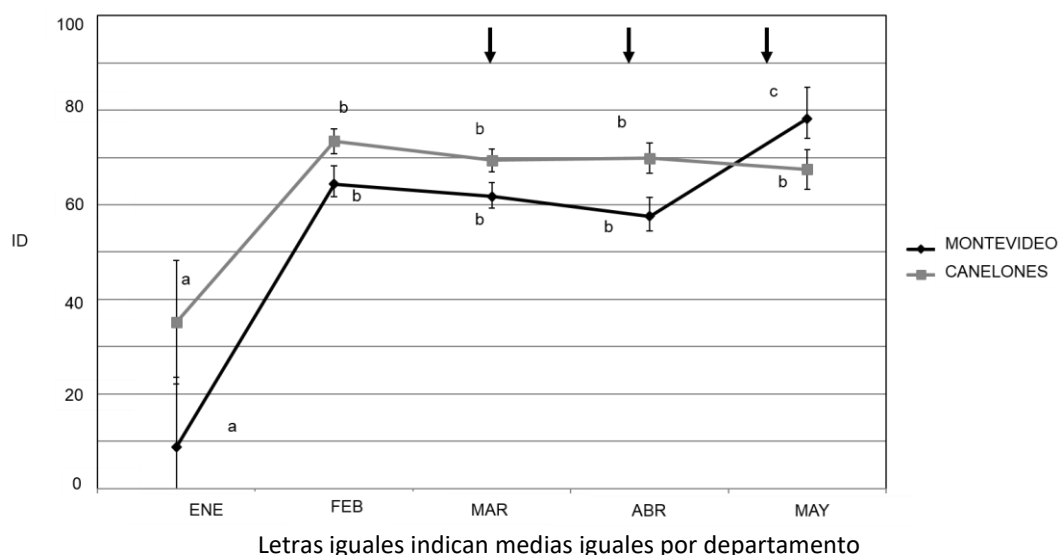


Figura 22. Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en manzana para Montevideo y Canelones.

En ambos departamentos el daño en las variedades de enero fue notoriamente menor que el resto. Las flechas en la figura indican que existieron además diferencias en el daño entre departamentos en las variedades de cosecha en marzo (Red), abril (Granny Smith y Fuji) y mayo (Cripps Pink), posiblemente debidas a la intensidad y distribución espacial del granizo.

La mayor variabilidad registrada en el departamento de Montevideo para el mes de mayo podría atribuirse tanto a las características del granizo como a una mayor concentración del cultivo de la variedad Cripps Pink en este departamento.

4.3.2. Análisis del daño en durazno

En el cuadro 11 se presenta la diversidad temporal en durazno para los padrones analizados según departamento.

Cuadro 11. Número de padrones analizados y diversidad temporal en durazno según departamento.

Variedades según fecha de cosecha				N° de padrones por departamento				% respecto al total
NOV	DIC	ENE	FEB	MONT	CAN	S JOSÉ	Total	
				37	76	2	115	31
				22	65	0	87	23
				1	14	0	15	4
				11	35	0	46	12
				0	18	0	18	5
				3	11	0	14	4
				4	13	0	17	4
				6	16	0	22	6
				2	3	0	5	1
				1	3	0	4	1
				0	4	0	4	1
				3	9	0	12	3
				2	4	0	6	2
				4	10	0	14	4
				0	5	0	5	1
Total				96	286	2	384	100

Las celdas sombreadas indican presencia de la variedad en los padrones analizados.

En la mayor parte de los padrones se cultivó una sola variedad de durazno. Según los datos de la base analizada, estos padrones corresponden a 2% de duraznos muy tempranos (cosecha en noviembre), 3% de duraznos tempranos (cosecha en diciembre), 6% de duraznos de estación (cosecha en enero) y 81% de duraznos tardíos (cosecha en febrero). Solo 5 padrones de los analizados, ubicados en el departamento de Canelones, cultivaron variedades extendidas en la amplitud posible de fechas de cosecha.

En la fecha de ocurrencia del granizo, parte de los duraznos de estación y todos los duraznos tardíos se encontraban aun con fruta en el árbol, lo que explica la mayor proporción de declaraciones de daño correspondientes a estas variedades.

Para analizar el daño se tomaron en cuenta 134 padrones que cultivaron al menos dos variedades de diferentes épocas de cosecha.

La varianza estimada entre los padrones fue de 0,08326 para Montevideo y 0,00356 para Canelones, con un error aleatorio de 0,03644 que corresponde a la interacción entre departamento, época de cosecha y padrón, lo que permite concluir que en Montevideo existió mayor variabilidad que en Canelones.

El análisis de los efectos fijos considerados en el modelo muestra un efecto significativo de la época de cosecha y de la interacción época/departamento, con un nivel de significación de 0,0034. En la figura 23 se grafican los resultados de la comparación de medias de daño para Montevideo y Canelones.

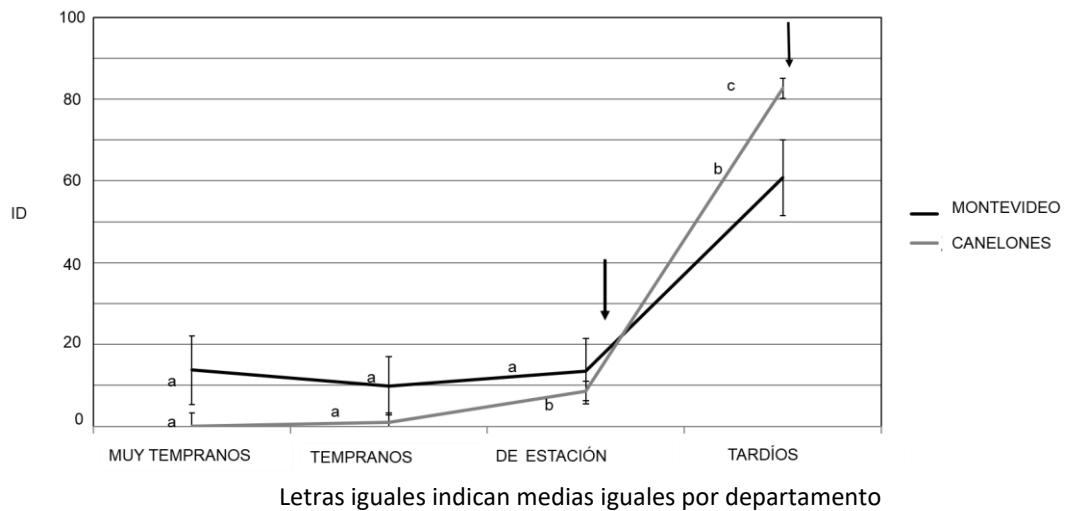


Figura 23. Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en durazno para Montevideo y Canelones.

En Montevideo solo se registraron diferencias entre las variedades tardías y el resto, mientras que en Canelones se registraron diferencias entre las variedades de estación y las tardías respecto a las otras épocas. Las flechas indican que en duraznos de estación y tardíos hubo diferencias además entre departamentos, al igual que en manzana posiblemente debidas a las características del granizo.

Los duraznos muy tempranos y tempranos ya habían sido cosechados al momento del evento, por lo que las ID registradas podrían explicarse por pérdida total de plantas según se mencionó anteriormente.

Los duraznos de estación constituyen un grupo amplio de variedades con cosecha durante el mes de enero, lo que puede significar diferente nivel de vulnerabilidad frente al granizo que podría explicar las diferentes ID registradas. Los duraznos tardíos incluyen una serie de variedades con cosecha durante febrero, lo que justifica las elevadas ID.

4.3.3. Análisis del daño en pera

Más de 80% del cultivo de peras corresponde a la variedad William's, de cosecha en marzo, seguida por las variedades Packham's Triumph y Abate Fetel, de cosecha en febrero y marzo respectivamente (MGAP-DIEA, 2014).

Se analizaron en total 324 padrones en Montevideo y Canelones. Prácticamente en 100% de los padrones se cultivó una sola variedad, por lo que el análisis se realizó a través de la comparación de medias de daño por época y departamento mediante el método de mínimos cuadrados (figura 24).

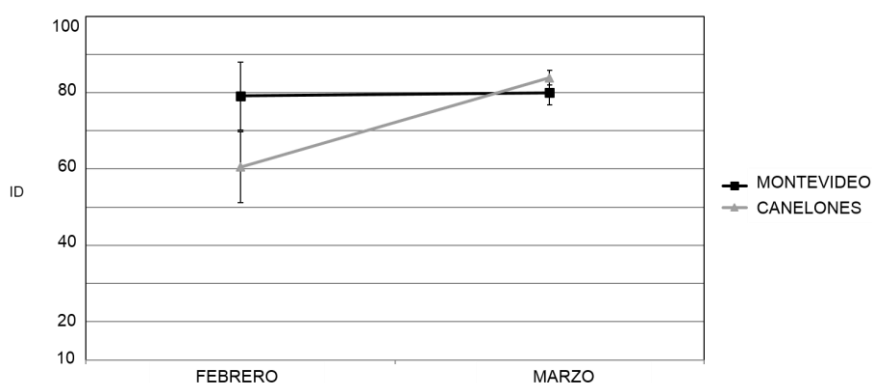


Figura 24. Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en pera para Montevideo y Canelones.

En Montevideo no se registraron diferencias significativas entre épocas, mientras que en Canelones las variedades de marzo resultaron significativamente más dañadas que la variedad de febrero. En este caso, las diferencias también podrían atribuirse tanto a la intensidad y distribución espacial del granizo como a la distribución espacial de las variedades cultivadas.

En las tres especies analizadas, los niveles de daño se relacionan con la diversidad temporal en la medida que se cultiven variedades con fechas de cosecha capaces de escapar al evento y por lo tanto reducir la vulnerabilidad frente al granizo.

4.3.4. Simulación de niveles de daño relacionados con la diversidad temporal

Con el propósito de visualizar la contribución de la diversificación temporal a reducir el riesgo frente al evento en estudio y dado que se desconocen los arreglos existentes, se realizó una simulación de padrones con distintos niveles de diversidad temporal para las especies de mayor importancia (manzana, durazno y pera) y los distintos niveles de daño.

Se simularon 27 padrones, resultantes de la combinación de distintas superficies de especies y variedades con diferentes fechas de cosecha respecto a la superficie total. De este modo se consideraron casos de mínima diversidad temporal, con 100% de la superficie total ocupada por una única variedad, hasta la máxima diversidad posible, representada por superficies iguales de todas las variedades.

Para cada especie y cada fecha de cosecha se consideró el nivel porcentual de daño promedio obtenido en el análisis previo, que varió entre 5% para duraznos de diciembre hasta 73% para manzana de mayo.

El cuadro 12 muestra los resultados de la simulación tomando como referencia la fecha del evento (23 de enero).

Cuadro 12. Simulación de niveles de daño según diferentes combinaciones de variedades para durazno, manzana y pera.

Proporción de la superficie total								TOTAL	ID	CATEGORÍA DE DAÑO
Durazno			Manzana			Pera				
Nov-Dic	Ene	Feb	Ene	Feb-Abr	May	Feb	Mar			
100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	6,1	LEVE
0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	11,0	LEVE
60,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	20,2	MODERADO
0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	21,9	MODERADO
20,00	60,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	22,2	MODERADO
33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	100	29,3	MODERADO
33,33	33,33	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	29,6	MODERADO
33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	0,00	33,33	100	33,3	MODERADO
0,00	0,00	0,00	60,00	20,00	20,00	0,00	0,00	100	40,9	MODERADO
0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33	0,00	100	45,6	SEVERO
20,00	20,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	46,5	SEVERO
12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	100	47,7	SEVERO
0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	100	49,7	SEVERO
0,00	0,00	0,00	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00	100	53,6	SEVERO
0,00	0,00	0,00	20,00	60,00	20,00	0,00	0,00	100	58,6	SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100	59,8	SEVERO
0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	60,00	0,00	0,00	100	61,3	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	30,00	100	63,4	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	100	65,9	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100	66,1	M SEVERO
0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	33,33	0,00	100	68,1	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	70,00	100	68,3	M SEVERO
0,00	0,00	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00	100	68,5	M SEVERO
0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	71,7	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100	71,9	M SEVERO
0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33	100	72,2	M SEVERO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100	72,9	M SEVERO

Cada fila de la figura anterior representa las combinaciones posibles de superficies de variedades con distintas fechas de cosecha y la intensidad de daño (ID) esperada.

En la figura 25 se presentan los resultados en forma gráfica, donde cada columna representa las distintas combinaciones temporales de especies y variedades

tomadas del cuadro anterior y la línea punteada en verde representa la intensidad de daño real a nivel padrón.

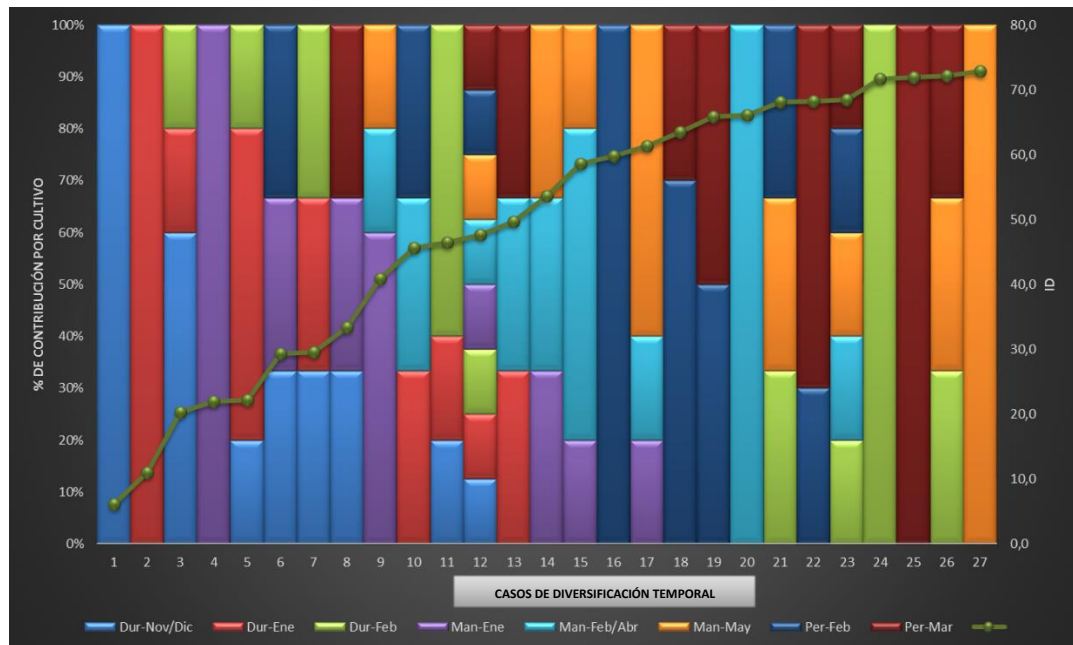


Figura 25. Simulación de niveles de daño según diferentes combinaciones de variedades para manzana, durazno y pera.

Los casos 1, 2, 4, 16, 20, 24, 25 y 27 representan situaciones de mínima diversidad y diferente daño: leve para duraznos de noviembre-diciembre y de enero (casos 1 y 2), moderado para manzana de enero (caso 4), severo para pera de febrero (caso 16) y muy severo para manzana de febrero a abril (caso 24), manzana de mayo (caso 25) y pera de marzo (caso 27).

El caso 23 representa una situación de alta diversidad temporal, en la que se cultivan 5 variedades con diferentes fechas de cosecha, pero con daño muy severo ya que todas se encontraban con fruta en el momento del granizo.

El caso 12 representa la mayor diversidad temporal posible, con una combinación equitativa de todas las variedades según su fecha de cosecha. Podría

pensarse que este nivel de diversidad contribuiría a disipar el daño; sin embargo, de acuerdo con la simulación, para la fecha considerada el daño es severo, lo que en base a los supuestos asumidos comprometería cubrir los costos de producción de la zafra.

La simulación constituye una aproximación a la comprensión del rol de la diversidad temporal en la explicación del daño, aporta elementos de investigación y permite ensayar experimentos que a nivel de campo son imposibles.

Lo que se analiza y se simula es un evento particular, ocurrido en una fecha puntual y en caso de variar la fecha del evento los efectos serán diferentes en función de las especies y variedades vulnerables en ese momento. Además, las ID refieren a la unidad padrón y como fue explicado no es posible establecer una correspondencia entre padrones y predios para todos los casos analizados. Sin embargo, pueden generarse modelos que varíen las fechas de ocurrencia de granizo y otras combinaciones temporales de especies y variedades, obteniendo niveles de daño que den información para reorientar diseños hacia sistemas de menor riesgo climático, tanto a escala predial como de paisaje.

Los resultados de la simulación pueden ser tenidos en cuenta en una propuesta de rediseño, considerando además otras variables que intervienen en la toma de decisiones de los productores, tales como las estrategias de comercialización, costos o disponibilidad de mano de obra, infraestructura y recursos entre otros. La diversificación temporal a través del escalonamiento de variedades es una estrategia comercial y de manejo de suma importancia, sobre todo para los productores de menor escala, que permite ampliar el periodo de oferta y en un contexto de escasez de mano de obra, también racionalizar las tareas productivas. Esta racionalidad, fundamentada en los saberes, experiencias e intereses de los productores, se constituye en una respuesta para reducir la vulnerabilidad frente al

granizo y además mejorar los indicadores económicos y contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria.

4.4. APORTES PARA UN REDISEÑO AGROECOLÓGICO

La discusión de posibles propuestas de rediseño para la fruticultura tiene por objetivo contribuir a mejorar la sustentabilidad del sector, que en la actualidad enfrenta problemas sociales, ambientales y económicos.

Las amenazas en general, y en particular las de origen climático como el granizo, son difíciles de manejar. Frente a la imposibilidad de intervenir sobre la amenaza, una alternativa para disminuir el riesgo es modificar las condiciones de vulnerabilidad de los sistemas de producción a través de estrategias de rediseño que mejoren la capacidad de respuesta. En paralelo, considerar la posibilidad de instrumentar políticas de reordenamiento de la producción a escala territorial, modificando la concentración geográfica, lo que constituye una respuesta frente a un evento localizado e impredecible.

A escala predial, en la FHC existen experiencias de diversificación temporal. Muchos predios, fundamentalmente los familiares (de menor escala) aprovechan la disponibilidad de variedades de durazno para escalonar las cosechas, racionalizar las tareas productivas y mejorar la estabilidad de los ingresos. Aunque no es posible una afirmación contundente, seguramente esta estrategia no está pensada en función de la variabilidad climática. Sin embargo, es un hecho que los productores familiares manejan el concepto de diversificar la producción que en definitiva contribuye a disipar el riesgo. En este caso, la diversificación constituye un elemento favorable para una propuesta de rediseño.

Bajo el supuesto que la concentración geográfica en la producción de FHC aparece como un factor de vulnerabilidad, puede pensarse en una estrategia de diversificación a escala regional como alternativa. Las múltiples evidencias de investigaciones en Agroecología demuestran que la diversificación a escala de paisaje es una estrategia central para la resiliencia en la que confluyen, además, aspectos como los mercados locales, donde es posible garantizar el acceso a alimentos de calidad disminuyendo costos energéticos y financieros por traslados y fletes.

Uno de los factores que condiciona la regionalización del cultivo es la temperatura, que es determinante en las especies y variedades que se pueden cultivar. Pero como se planteó anteriormente, pueden identificarse zonas alternativas y/o indagar la posibilidad de cultivar otras especies. Es evidente que más allá de las posibilidades desde el punto de vista del clima es necesario generar información respecto a la aptitud de los suelos, la disponibilidad de agua, el acceso a servicios e infraestructura.

La concentración geográfica también responde a razones comerciales. Montevideo es el mercado consumidor por excelencia y donde se ubica, además, el Mercado Modelo, principal centro de distribución de frutas y hortalizas a nivel nacional. Zonas alternativas de cultivo podrían ser la oportunidad de promover mercados locales y circuitos cortos de comercialización, generar puestos de trabajo y reducir costos.

La diversificación regional puede también convertirse en una estrategia de seguridad alimentaria, ya que eventos climáticos puntuales y localizados no impactarían casi la totalidad de la producción como ocurrió con el granizo de 2013.

Más allá de una propuesta técnica, una estrategia de transición sustentable debe incorporar, como señalan Gliessman *et al.* (2007) y Sevilla Guzmán (2017),

aspectos sociales y políticos que fortalezcan el nivel de cohesión y organización, el capital social y el potencial endógeno de las comunidades. Como antecedente, frente al granizo de 2013, las organizaciones sociales (grupos de productores, sociedades de fomento, gremiales) actuaron de forma coordinada mediando entre los productores afectados y las instituciones del estado, conformando una red solidaria de apoyo que permitió una respuesta rápida desde el punto de vista económico, aunque posterior al problema.

Esta respuesta, sin embargo, logró una solución de corto plazo. La política de subsidiar seguros obligatorios significa, sin dudas, un apoyo económico importante, pero las indemnizaciones significaron un elevado costo para el estado (y la sociedad toda), no cubrieron la totalidad de las pérdidas ni evitaron que muchos productores abandonaran el sector. A largo plazo, contar con una cobertura de seguros puede incluso reducir la capacidad endógena de los productores para transformar sus sistemas basados en el conocimiento y la experiencia, aumentando la vulnerabilidad. De todos modos, el nivel de articulación entre las instituciones y las organizaciones mostrado frente a esta situación puede ser un elemento capaz de fortalecer una planificación de estrategias de producción sustentables, tendientes a disminuir el riesgo a un plazo más largo.

La configuración institucional y los instrumentos de políticas públicas, junto a los otros aspectos mencionados, son mecanismos a través de los cuales podrían generarse estrategias transicionales capaces de disminuir el riesgo frente al granizo y a la vez fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria. Estos aspectos requieren de articulaciones institucionales y de instrumentación de políticas públicas que se reflejan en la discusión del Plan Nacional de Agroecología.

El Plan Nacional de Agroecología, elaborado en 2015 por la Red de Semillas Criollas y Nativas, la Red de Agroecología del Uruguay y la Sociedad Científica

Latinoamericana de Agroecología (Gazzano Santos y Gómez Perazzoli, 2015), una vez aprobado por el Poder Legislativo, generará condiciones para promover una discusión en el ámbito social, académico y político que permita construir, en forma participativa con productores, investigadores, técnicos y consumidores, estrategias de producción más resilientes que se orienten hacia un desarrollo verdaderamente sustentable, socialmente justo y equitativo.

5. CONCLUSIONES

El daño generado por el granizo de 2013 es una expresión de la elevada vulnerabilidad climática de la FHC en Uruguay. La superficie dañada representó 46% del total cultivado en el país y 61% de esa superficie resultó con daño severo y muy severo, comprometiendo la posibilidad de cubrir los costos productivos de la zafra en los padrones afectados.

El daño no fue homogéneo dentro del área afectada. Ante la falta de registros sobre intensidad, tamaño de las piedras o distribución espacial del granizo, las ID calculadas a partir de las declaraciones de pérdidas pueden considerarse un aporte para la caracterización del evento. La espacialización de los niveles de daño totales permitió identificar un patrón que concuerda con la descripción del granizo y que para este caso en particular coincidió con la principal zona de producción de FHC a nivel nacional.

Todas las especies resultaron afectadas, pero no se identificó un patrón de distribución espacial en el daño por especie. Los niveles de daño pueden relacionarse con la fecha de ocurrencia del granizo, que coincidió con la cosecha de variedades tardías de durazno, nectarino y ciruela y el comienzo de cosecha de manzana, pera y membrillo.

A partir de la simulación se demostró que la diversidad temporal explica los diferentes niveles de daño en la medida que se cultiven variedades con fechas de cosecha anterior a la ocurrencia del granizo.

Los resultados permiten identificar que los niveles de diversidad temporal a escala de padrón y la escasa diversidad espacial a escala de paisaje constituyen

factores que explican la vulnerabilidad de la FHC para este evento en particular. Estos factores podrían ser tomados en cuenta para la propuesta de rediseño.

Si bien no es posible establecer una correspondencia concluyente entre la diversificación temporal a nivel de padrón (unidad de estudio) y a nivel predial, la caracterización del sector muestra que los predios de mayor escala, más tecnificados, tienden a especializarse en el cultivo de manzana y pera, con una elevada proporción de variedades de cosecha en marzo. Por el contrario, los predios de menor escala utilizan el escalonamiento de variedades, como estrategia productiva y de manejo, que se constituye en una estrategia anti riesgo y contribuye a reducir la vulnerabilidad. Es fundamental reconocer y revalorizar la importante carga de conocimiento tradicional que sustenta esta práctica, que junto a la investigación académica aportan elementos para una propuesta de rediseño con enfoque agroecológico.

La diversificación a escala de paisaje, además de reducir la vulnerabilidad frente a eventos localizados como el granizo, puede constituirse en una estrategia de seguridad alimentaria. Se afirma que las pérdidas en la cosecha de 2013 no afectaron el abastecimiento interno con fruta fresca de origen nacional, pero es necesario revisar los niveles de consumo que están muy por debajo de los mínimos requeridos para una alimentación saludable y en simultáneo promover otros destinos, tales como las compras públicas o alternativas de industrialización.

El trabajo realiza un aporte a la comprensión del riesgo climático en la producción de FHC en el país en términos de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta.

Desde el punto de vista de la amenaza, los resultados aportan información sobre la caracterización del granizo en el país en términos de distribución espacial y

en forma indirecta también sobre su intensidad, medida a través del daño, que complementan estudios anteriores al respecto.

Para este evento, se confirma que la escasa diversificación y la concentración geográfica de la producción constituyen los principales factores que explican la vulnerabilidad.

Respecto a la capacidad de respuesta, se identificaron elementos de diseño basados en la diversificación que constituyen un aporte a tener en cuenta en la construcción de estrategias no convencionales de adaptación y reducción del riesgo climático.

La interpretación de los resultados se centró en la dimensión productiva, aunque la discusión de una propuesta de rediseño agroecológico incorpora consideraciones de las dimensiones cultural, económica y política. Se entiende necesario profundizar la investigación en torno a las causas y consecuencias del modelo dominante en la FHC en Uruguay, integrando el conocimiento y visión de los productores, técnicos y consumidores para generar estrategias y elementos de diseño que, a escala predial y regional, contribuyan a una producción resiliente, capaz de fortalecer la agricultura familiar y la contribución del sector a la seguridad y soberanía alimentaria a nivel nacional.

6. BIBLIOGRAFÍA

AECI – MGAP – AGROSEGURO. 2008. Estudio técnico para el desarrollo de mapas de riesgo para Uruguay. AGROSEGURO. Departamento de Consultoría y Relaciones Internacionales. Montevideo. 152 p.

Altieri MA, Nicholls CI, Henao A, Lana MA. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 35 (2): 869 – 890.

Altieri MA, Nicholls CI, Montalba R. 2014. El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *Leisa* 30 (1): 5 – 8.

Altieri MA. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. REDAGRES-CYTED. Medellín. 94 - 104.

Altieri MA, Nicholls CI. 2013. Agroecología y resiliencia el cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8 (1): 7 - 20.

Altieri MA. 2007. *Agricultura sostenible*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá [En línea]. 26 febrero 2016.

www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007223/lecciones/lect6/lect6_1.html

Altieri MA, Nicholls CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3 – 12.

- Andrade Quiñones YP, Hidalgo Nieto AM. 2017. La agroecología en la sabana del Meta. Eje de recuperación del equilibrio natural, familiar y social. *Leisa* 33 (2): 16 – 18.
- Baethgen WE. 2009. Opciones para la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario del Uruguay. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Dirección de Políticas de Desarrollo. Grupo de Medio Ambiente y Agricultura. Montevideo. 26 p.
- Banchero S, Soria M, Mehzer RN. 2015. Predicción de granizo utilizando índices atmosféricos. AGRANDA 2015. 1° Simposio Argentino de Grandes Datos. Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Rosario. 60 -63.
- Berkes F, Colding J, Folke C editors. 2004. Navigating social–ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. *Ecology and Society* 9 (1): 1.
- Bertamini F, Bervejillo JE, Silva ME, Tommasino H. 2016. Regionalización agropecuaria según estructura del valor de la producción. *Estudios de Economía Agraria y Ambiental* N° 15-03. MGAP OPYPA. Montevideo. 18 p.
- Bidegain M, Crisci C, del Puerto L, Inda H, Mazzeo N, Taks J, Terra R. 2013. Variabilidad climática de importancia para el sector productivo. En: *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. Compilado. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 73 - 99.
- BSE. 1941. Cifras de la Actividad Rural. En: *Almanaque 1941*. BSE. Montevideo. 244.

BSE. 1920. Don Domingo Basso. En: Almanaque del Labrador y Ganadero de 1920. BSE. Montevideo. 123 - 129.

BSE. 1915. Almanaque del Labrador para el año 1915. BSE. Montevideo. 160 p.

Caffera M. 1985. Informe sobre granizo. Reporte para la Comisión Nacional de la Granja. Departamento de Agrometeorología, Dirección Nacional de Meteorología. Documento interno.

Camussi G. 1992. Frutales de hoja caduca y uva de mesa. ¿Cuál es el futuro en el MERCOSUR? En: BSE. Almanaque 1992. BSE. Montevideo. 222 - 224.

Caporal FR. 2013. Agroecología: ciencia para agriculturas más sostenibles. América Latina en Movimiento 487: 6-10.

Caporal FR, Costabeber JA, Paulus G. 2005. Agroecología como matriz disciplinar para um novo paradigma de desenvolvimento rural. En: Congresso Brasileiro de Agroecologia. Anais. CBA. Florianópolis.

Caputi P, Canessa S. 2012. Consultoría solicitada por la Representación FAO en Uruguay sobre Plan Estratégico y diseño institucional para el sector de frutales de hoja caduca. Informe final. FAO. Montevideo. 89 p.

Casas A. 1984. La fruticultura uruguaya. En: BSE. Almanaque 1984. Montevideo. BSE. 142 - 147.

Cavagnaro M, Martín E, Araneo D, Inseña L, Carbonari J, Canziani P. 2014. Mitigación del daño por granizo en el cultivo de la vid en Mendoza, Argentina, mediante la siembra de nubes. En: Reunión Binacional Uruguay – Argentina de

Agrometeorología y XV Reunión Argentina de Agrometeorología. Piriápolis. 203 – 204.

Ceroni Acosta MB. 2013. Intensificación agraria en los sistemas ambientales del Uruguay: Evaluación multiescalar de la PPNA. Tesis Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 83 p.

CINVE (Centro de Investigaciones Económicas). 2011. Fruticultura de hoja caduca en Uruguay. En: Inserción de la agricultura familiar en los modelos de gobernanza de las cadenas agroindustriales: casos en Uruguay y Paraguay. FAO. Santiago de Chile. 61 - 96.

Clergue B, Amiaud B, Pervanchon F, Lasserre-Jolin F, Plantureux S. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 25: 1 – 15.

CNFR (Comisión Nacional de Fomento Rural). 2011. Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas agropecuarios del Uruguay. Informe final. CNFR. Montevideo. 240 p.

Contarín Villa SE, Curbelo Bacci LA. 1987. Aporte para la regionalización del cultivo de frutales de hoja caduca en el país según la ocurrencia de frío invernal efectivo para el rompimiento del receso. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 166 p.

Córdoba Vargas CA, León Sicard TE. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca – Colombia). *Agroecología* 8 (1): 21 – 32.

- Coronel A. 2012. Acerca de cómo funciona el sistema de alerta de tormentas. *Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR* 24: 28 – 30.
- Cortelezzi A, Mondelli MP. 2014. Censo General Agropecuario 2011: interpretación de los principales resultados y cambios observados. En: MGAP OPYPA. *Anuario 2014*. MGAP OPYPA. Montevideo. 471 - 490.
- Equipos Mori. 2013. La percepción de productores y técnicos agropecuarios. En: *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. Compilado. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302: Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 11 - 41.
- Fajardo C, Costa G, Ortiz LT, Nande M, Rodríguez Membibre ML, Martín M, Sánchez Fortún S. 2016. Potential risk of acute toxicity induced by Agl cloud seeding on soil and freshwater biota. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 133: 433 – 441.
- FAO-MGAP. 2013a. *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. Compilado. Resultado del proyecto: TCP/URU/3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 302 p.
- FAO-MGAP. 2013b. *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. Volumen I. Variabilidad climática de importancia para el sector productivo. Resultado del proyecto: TCP/URU/3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 126 p.

- FAO-PNUD. 2016. Estado de Situación. Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y Cambio Climático – Uruguay. Septiembre 2016. FAO. Montevideo. 90 p.
- Ferrer M, Camussi G, Fourment M, Varela V, Pereyra G, Taks J, Contreras S, Cobas P, Mondelli M, Cruz G, Astigarraga L, Picasso V. 2013. Sensibilidad y capacidad adaptativa de la viticultura y la fruticultura frente al cambio climático. En: Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Volumen VI. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 188 - 201.
- Fúster Rebellato FA, De Hegedüs Hetzel P, Gravina Tejera MV. 2011. Tipología de subjetividades relacionadas con la baja adopción de tecnología en fruticultura. *Agrociencia Uruguay* 15 (2): 158 - 163.
- García R. 2006. *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria.* Editorial Gedisa. Barcelona, España. 202 p.
- García Bartolomé JM. 2001. Reseña de “Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible” de G. Guzmán Casado, M. González de Molina y E. Sevilla Guzmán. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas* 95: 213 – 217.
- García Préchac F, Ernst O, Arbeletche P, Pérez Bidegain M, Pritsh C, Ferenczi A, Rivas M. 2010. *Intensificación Agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural.* Universidad de la República. CSIC. Montevideo. 126 p.

- Gazzano I, Achkar M. 2013. La necesidad de redefinir el ambiente en el debate científico actual. *Revista Gestión y Ambiente* 16 (3): 7 – 15.
- Gazzano Santos I, Gómez Perazzoli A. 2015. Agroecología en Uruguay. *Agroecología* 10 (2): 103 – 113.
- Gazzano Santos MI. 2014. Viabilidad de la ganadería familiar en áreas protegidas de humedales, en un contexto sinérgico de intensificación agraria e inundaciones: Parque Nacional Esteros de Farrapos – Uruguay. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. 149 p.
- Giménez A, Lanfranco B. 2009. Vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de producción agrícola en América Latina y el Caribe: desarrollo de respuestas y estrategias. Capítulo Uruguay. Informe final. INIA Uruguay. 105 p.
- Giraldo OM, Rosset PM. 2016. La agroecología en una encrucijada: entre la institucionalidad y los movimientos sociales. *Guaju, Matinhos* 2 (1): 14 – 37.
- Gliessman SR, Rosado May FJ, Guadarrama Zugasti C, Jedlicka J, Cohn A, Mendez VE, Cohen R, Trujillo L, Bacon C, Jaffe R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1): 13 – 23.
- Gliessman SR. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Gómez Perazzoli A. 2017. Uruguay: país productor de alimentos para un sistema alimentario disfuncional. Artículo presentado para su publicación en la revista *Agrociencia Uruguay* el 13 de noviembre de 2017. En prensa. 19 p.

- Gómez Perazzoli A. 2011. Agroecología y desarrollo local en Treinta y Tres. Tesis Maestría en Desarrollo Rural Sustentable. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. 216 p.
- Guzmán Casado G, González de Molina M, Sevilla Guzmán E. 2000. Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible. Mundi Prensa. Madrid. 535 p.
- Harris ER. 1981. Sierra Cooperative Pilot Project – Environmental Assessment and Finding of No Significant Impact. U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Denver. 208 p.
- Holt Giménez E. 2002. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93: 87 - 105.
- Howell WE. 1977. Environmental Impacts of Precipitation Management: Results and Inferences from Project Skywater. *Bull. American Meteorological Society* 58: 488 – 501.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2015. Anuario Estadístico INE 2014. INE. Montevideo. 341 p.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad [En línea]. 26 julio 2016.
www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf
- Klein DA. 1978. Environmental Impacts of Artificial Ice Nucleating Agents. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg. 256 pp.

- Lloret F. 2012. Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía. *Ecosistemas* 21 (3): 85- 90.
- Marasas ME, Cap G, De Luca L, Pérez M, Pérez R. 2012. El camino de la transición agroecológica. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 90 p.
- Martínez JF, Millán M, García N, López FV, Delgado A, García R, Middleton S, McWaters A. 2002. Hail netting of apple orchards: Australian experience. *Compact Fruit Tree, Middleburg* 35: 51 – 55.
- Mehzer RN, Doyle M, Barros V. 2012. Climatology of hail in Argentina. *Atmospheric Research* 114: 70 – 82.
- Mehzer R, Mercuri P. 2010. Uso de la red de radares de INTA para la detección de granizo. En: XIII Reunión Argentina y VI Latinoamericana de Agrometeorología. Argentina. 2 p.
- Mehzer RN, Mercuri PA, Gattinoni NN. 2008a. Distribución espacio-temporal del granizo en Argentina. En: XII Reunión Argentina de Agrometeorología. Argentina. 257 – 258.
- Mehzer RN, Gattinoni NN, Mercuri PA. 2008b. Variabilidad estacional de la ocurrencia de granizo en el centro, este y noreste Argentina [En línea]. 11 setiembre 2016.
inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_variabilidad_estacional_de_la_ocurrencia_de_gran.pdf
- Mehzer RN, Barros V, Mercuri P. 2008c. Climatología de eventos de granizo en la Región Pampeana. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 7 p.

- Methol M, Cortelezzi A. 2017. Situación del mercado de seguros agropecuarios y políticas públicas de seguros. En: MGAP OPYPA. Anuario Estadístico 2016. MGAP OPYPA. Montevideo. 347- 361.
- Methol M, Vila F. 2005. Mapa de riesgo agroclimático y seguros agropecuarios. En: MGAP OPYPA. Anuario Estadístico 2005. MGAP OPYPA. Montevideo. 5 p.
- MGAP. 2015. MGAP y BSE extendieron convenio que amplía y mejora la cobertura de seguros en el sector granjero. Unidad de Comunicación Organizacional y Difusión [En línea]. 14 setiembre 2015. www.mgap.gub.uy/noticias
- MGAP. 2014. Resolución Ministerial 387/014. Montevideo. 19 de marzo de 2014.
- MGAP DIEA. 2016. Encuesta frutícola. Zafra 2015. Serie Encuestas N° 332. MGAP DIEA. Montevideo. 22 p.
- MGAP DIEA. 2015a. Regiones agropecuarias del Uruguay. MGAP DIEA. Montevideo. 38 p.
- MGAP DIEA. 2015b. Anuario Estadístico Agropecuario 2014. MGAP DIEA. Montevideo. 243 p.
- MGAP DIEA. 2015c. Censo general agropecuario 2011. Resultados definitivos. MGAP DIEA. Montevideo. 142 p.
- MGAP DIEA. 2014. Encuesta Frutícola de Hoja Caduca. Zafra 2013. Serie Encuestas N° 317. MGAP DIEA. Montevideo. 28 p.

- MGAP DIEA. 2009. Encuesta frutícola. Zafra 2008/09. Serie Encuestas N° 280. MGAP DIEA. Montevideo. 28 p.
- MGAP DIEA. 2008. Encuesta frutícola. Zafra 2007/08. Serie Encuestas N° 265. MGAP DIEA. Montevideo. 37 p.
- MGAP DIEA. 2003a. La fruta de hoja caduca en Uruguay. Contribución a su conocimiento. MGAP DIEA. Montevideo. 33 p.
- MGAP DIEA. 2003b. Encuesta frutícola. Zafra 2002/03. Serie Encuestas N° 216. MGAP DIEA. Montevideo. 44 p.
- MGAP DIEA. 2002. Encuesta frutícola. Producción, variedades, comercialización y endeudamiento. Zafra 2001/02. Serie Encuestas N° 210. MGAP DIEA. Montevideo. 39 p.
- MGAP DIGEGRA – CAMM (Mercado Modelo). 2014. Observatorio Granjero. Congreso de la Sociedad Uruguaya de Hortifruticultura. Montevideo. 4 de setiembre de 2014.
- MGAP DIGEGRA – CAMM (Mercado Modelo). 2013. Observatorio Granjero. Efectos de temporal del 24 de enero en la oferta frutihortícola. CAMM. Montevideo. 7 p.
- Nicholls CI, Altieri MA, Henao A, Montalba R, Talavera E. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. REDAGRES – SOCLA – CYTED. Lima. 61 p.

- Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. REDAGRES-CYTED. Medellín. 207 p.
- Norgaard RB. 1994. Development betrayed: the end of progress and a coevolutionary revisioning of the future. Routledge. London. 280 p.
- Noss RF. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology 4 (4): 355 – 363.
- Oyhantçabal W, Lindemann T. 2013. Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Compilado. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. 2013. FAO. Montevideo. 9 - 10.
- Oyhantçabal W, Methol M. 2010. Principales vulnerabilidades de los agroecosistemas ante los impactos del cambio climático. En: MGAP OPYPA. Anuario 2009. MGAP OPYPA. Montevideo. 295 - 302.
- Paolino C, Rodríguez Gustá AL, López L, Errea E, Paolino L, Berreta N, Oddone G. 2005. Evaluación del Programa de Reconversión y Fomento de la Granja (PREDEG) [En línea]. 2 agosto 2017.
[www.fundacaofia.com.br/PENSA/anexos/biblioteca/1812008123118_Evaluaci%C3%B3ndelProgramadeReconversi%C3%B3nyFomentodelaGranja\(PREDEG\).pdf](http://www.fundacaofia.com.br/PENSA/anexos/biblioteca/1812008123118_Evaluaci%C3%B3ndelProgramadeReconversi%C3%B3nyFomentodelaGranja(PREDEG).pdf)
- Perfecto I, Vandermeer J. 2012. Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate “*land-sharing*” frente a “*land-sparing*”. Ecosistemas 21 (1 - 2): 180 – 191.

- Quintans D, Methol M. 2014. Resultados de las modificaciones introducidas en el sistema de seguros para la granja. En: MGAP OPYPA. Anuario Estadístico 2014. MGAP OPYPA. Montevideo. 397 – 402.
- Raffo MD, Cortona A, Curetti M, Menni F, De Angelis V. 2015. Empleo de mallas antigranizo para el control del asoleado en manzanas (*Malus domestica* Borkh), en el Alto Valle de Río Negro. *Horticultura Argentina* 34 (83): 20-30.
- Riella A, Romero J. 2014. Continuidades y rupturas en la estructura agraria en el Uruguay del siglo XXI. Pampa. *Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*. UNPL 10 (10): 159 – 171.
- Rijo L, Santiñaque F. 2011. Investigación de metodologías para el análisis espacio-temporal del evento granizo en Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Licenciatura en Estadística. Montevideo. 125 p.
- Ríos Osorio LA, Salas Zapata W, Espinosa Alzate JA. 2013. Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. REDAGRES-CYTED. Medellín. 60 – 76.
- Rodríguez A, Muñoz A. 2017. Granizo: Estudio de variabilidad climática en los valles Norpatagónicos. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. 14 p.
- Rogé P, Astier M. 2013. Previniéndose para el cambio climático: una metodología participativa. En: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013.

Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. REDAGRES-CYTED. Medellín. 124 – 148.

Sans FX. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. Ecosistemas 16 (1): 44 – 49.

Sautu R, Boniolo P, Dalle P, Elbert R. 2005. Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO. Buenos Aires. 192 p.

Sevilla Guzmán E. 2017. Sobre as perspectivas teórico-metodológicas da Agroecologia. Redes – Santa Cruz do Sul. Universidade de Santa Cruz do Sul 22 (2): 13 - 30.

Sevilla Guzmán E, González de Molina, M. 2010. Sobre la evolución del concepto de campesinado en el pensamiento socialista: una aportación para Vía Campesina. En: Curso Campesinado, producción familiar y avance del capitalismo en el campo. 2010. Material de apoyo. Universidad de la República. Servicio Central de Extensión y Actividades en el Medio. Montevideo. 37 – 87.

Sevilla Guzmán E, Mielgo AA. 1999. Reflexiones sociológicas sobre la Agroecología. Revista Vasca de Sociología y Ciencia Política 25: 167 – 172.

Sevilla Guzmán E, Woodgate G. 1997. Sustainable rural development: from industrial agriculture to agroecology. En: The international handbook of environmental sociology. Michael Redcliff and Graham Woodgate Ed. 83 – 100.

- SNRCC (Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático). 2009. Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Diagnóstico y lineamientos estratégicos. Montevideo. 81 p.
- Soares Netto E. 1932. Arboricultura Frutal. En: Almanaque del Labrador y Ganadero 1932. BSE. Montevideo. 79 - 89.
- Sozzi GO (ed.). 2008. Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. 805 p.
- Stupino SA, Iermanó J, Gargoloff NA, Bonicatto M. 2014. La diversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón SJ, Flores CC editores. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 131 – 158.
- Talamini Do Amarante CA, Steffens CA, Miqueloto A, Zanuno Zanardis O, Pessoa Dos Santos H. 2009. Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP 31 (3): 664 - 670.
- Tiscornia G, Cal A, Giménez A. 2016. Análisis y caracterización de la variabilidad climática en algunas regiones de Uruguay. Revista de Investigación Agropecuaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 42 (1): 66 – 71.
- Tommasino H, Cortelezzi A, Mondelli M, Bervejillo JE, Silva Carrazzone ME. 2014. Tipología de productores agropecuarios: caracterización a partir del Censo Agropecuario 2011. En: MGAP OPYPA. Anuario 2014. MGAP OPYPA. Montevideo. 491 – 508.

- Torres Ruiz E. 2006. Agrometeorología. Editorial Trillas. 156 p.
- Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan Dewenter I, Thies C. 2005. Landscapes perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystems service management. *Ecology Letters* 8: 857 – 874.
- Uruguay. Registro Nacional de Leyes y Decretos. 2008. Fondo de Emergencias para catástrofes climáticas. Comisión de Catástrofes Climáticas. Reglamentación. Tomo 1, Semestre 1. Año 2008. 330 - 334.
- Van der Ploeg JD. 2015. El campesinado y el arte de la agricultura. Un manifiesto Chayanoviano. Universidad Autónoma de Zacatecas. Red Internacional de Migración y Desarrollo. 195 p.
- Van der Ploeg JD, Ventura F. 2014. Heterogeneity reconsidered. *Current opinion in environmental sustainability* 8: 23 – 28.
- Vara Sánchez I, Cuéllar Padilla M. 2013. Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. *Ecosistemas* 22 (1): 5 – 9.
- Vázquez Moreno LL. 2013. Resiliencia de fincas ante afectaciones por organismos nocivos en sistemas agrícolas expuestos a sequía y ciclones tropicales. En: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. REDAGRES-CYTED. Medellín. 77 – 93.
- Vecino C. 1996. Tendencias actuales en fruticultura. En: BSE. Almanaque 1996. BSE. Montevideo. 280 - 285.

- Vila F. 2009. Un nodo de cooperación sobre: la experiencia de Uruguay en gestión de riesgos y seguros agropecuarios. Oficina del IICA en Uruguay. División de Cooperación Técnica Horizontal. Montevideo. 85 p.
- Vila F, Methol M. 2005. El seguro agropecuario: un instrumento de política de creciente vigencia. En: MGAP OPYPA. Anuario Estadístico 2005. MGAP OPYPA. Montevideo. 5 p.
- Walker B, Holling CS, Carpenter SR, Kinzig A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9 (2): 5.
- Webb NA, Wood CM. 2000. Bioaccumulation and distribution of silver in four marine teleosts and two marine elasmobranchs: influence of exposure duration, concentration, and salinity. *Aquatic Toxicology* 49: 111 – 129.
- Westwood NH. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Mundi Prensa. 468 p.
- Wezel A, Bellon S, Doré T, Francis C, Vallod D, David C. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29: 503 - 515.
- Wilches Chaux G. 1993. La vulnerabilidad global. En: *Los Desastres No Son Naturales*. Compilador: Andrew Maskrey. 1993. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 11 - 44.
- Williams BD, Denholm JA. 2009. Evaluación de la toxicidad ambiental del yoduro de plata, con referencia a la siembra de nubes en las Montañas Nevadas de Australia [En línea]. 14 noviembre 2017.

<https://fernandopalacioseco.wordpress.com/2014/07/11/evaluacion-de-la-toxicidad-ambiental-del-yoduro-de-plata-con-referencia-a-la-siembra-de-nubes-en-las-montanas-nevadas-de-australia/>

WMA (Weather Modification Association). 2009. Declaración de la Asociación para la Modificación del Clima sobre el impacto que causa en el medio ambiente el uso de yoduro de plata para la siembra de nubes [En línea]. 14 noviembre 2017. <http://www.aerobata.com/WMAstatementiag.pdf>

Zuluaga GP, Ruiz AL, Martínez EC. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA editores. 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. REDAGRES-CYTED. Medellín. 43 – 59.

7. ANEXOS

7.1. Diversificación geográfica en frutales de hoja caduca como estrategia para enfrentar el granizo.²

Linari Gabriela¹, Gazzano Inés¹, Achkar Marcel²

1 Facultad de Agronomía – UdelaR. Departamento de Sistemas Ambientales. GA Agroecología.

Garzón 780. 12900. Montevideo, Uruguay.

2 Facultad de Ciencias – UdelaR. Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales.

Iguá 4225. 11400. Montevideo, Uruguay.

Resumen

El cultivo de frutales de hoja caduca en Uruguay se concentra geográficamente en el sur, fundamentalmente en los departamentos de Canelones y Montevideo y su principal destino es el consumo interno como fruta fresca. La cosecha total de la zafra 2013 fue la más baja desde 2005, atribuida a una tormenta de viento y granizo ocurrida en el mes de enero que afectó 46% del total cultivado. El granizo es considerado una de las adversidades climáticas más temidas en la producción frutícola, tanto por su severidad como por la baja capacidad de predecir su ocurrencia. Se analizó la vulnerabilidad de los sistemas frutícolas de hoja caduca a través de la Intensidad de Daño, indicador calculado a partir de las pérdidas en la cosecha estimadas por los productores afectados. La información se integró en un SIG que permitió identificar el patrón de distribución espacial del daño coincidente con la principal área de producción a nivel nacional. En la fecha de ocurrencia del evento gran parte de las variedades cultivadas no habían sido cosechadas. La concentración geográfica del cultivo de frutales de hoja caduca se considera uno de los factores que explican la vulnerabilidad frente a granizo. Desde la Agroecología es posible proponer principios basados en la diversificación regional, que contribuyan a reducir la vulnerabilidad y generar estrategias de fortalecimiento y adaptación frente a la variabilidad climática.

² Enviado a Agrocencia Uruguay

Palabras clave: variabilidad climática, diversificación, agricultura familiar, Agroecología

Geographic diversification in deciduous fruits as a strategy to face the hail.

Summary

The cultivation of deciduous fruits in Uruguay is geographically concentrated in the south, mainly in the departments of Canelones and Montevideo and its main destination is internal consumption as fresh fruit. The total harvest of the season 2013 was the lowest since 2005, attributed to a wind and hail storm that occurred in January and affected 46% of the total cultivated. Hail is considered one of the most feared climatic adversities in fruit production, both for its severity and the low capacity to predict its occurrence. The vulnerability of deciduous fruit systems was analyzed through Intensity of Harm, an indicator calculated from the crop losses estimated by the affected producers. The information was analyzed through Intensity of Harm, indicator calculated from the crop losses estimated by the affected producers. The information was integrated in a GIS that allowed to identify the spatial distribution pattern of the damage coinciding with the main production area at the national level. At the date of occurrence of the event, a large part of the cultivated varieties had not been harvested. The geographic concentration in the cultivation of deciduous fruits are considered one of the factors that explain the vulnerability to hail. From Agroecology, it is possible to propose principles based on regional diversification, that contribute to reduce vulnerability and generate strengthening and adaptation strategies in the face of climate variability.

Key words: climatic variability, diversification, family agriculture, Agroecology

Introducción

La fruticultura de hoja caduca (FHC) en Uruguay se concentra geográficamente en el sur, fundamentalmente en los departamentos de Canelones y Montevideo. En 2013 se cultivaron 6.523 hectáreas en todo el país; en la zona sur el 67% de la superficie correspondió a variedades de cosecha entre enero y marzo (MGAP DIEA, 2014). Más de 80% de la producción se desarrolla en predios familiares, con superficies entre 7 y 10 hectáreas, y la mayor parte de la cosecha se destina al consumo interno como fruta fresca.

La producción total de la zafra 2013 fue estimada en 79.197 toneladas (MGAP DIEA, 2014), el valor más bajo desde 2005. Esta disminución fue atribuida a las consecuencias de un temporal de viento y granizo ocurrido el 24 de enero de 2013, en plena época de cosecha, que provocó daños de importancia en gran parte de la zona de producción frutícola. Las pérdidas económicas totales fueron estimadas en unos 70 millones de dólares según informantes calificados del sector. No se contabilizaron los costos adicionales generados por el evento, tales como aumentos en la necesidad de mano de obra o insumos para recuperar los cultivos afectados, ni posibles disminuciones en el rendimiento de los montes en ejercicios siguientes y las consecuencias a nivel social.

El granizo es considerado uno de los eventos climáticos de mayor impacto para la producción de frutales; afecta de manera diferente en función de la intensidad y época de ocurrencia, directamente relacionada con el estado fenológico del cultivo (Caffera, 1985; AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008; Ferrer *et al.*, 2013). Es una variable de comportamiento incierto, difícil de pronosticar, con una escala temporal de aproximadamente 3 horas y una resolución espacial entre 2 y 20 km (Coronel, 2012; Banchemo *et al.*, 2015).

Generalmente asociado con fuertes vientos, el granizo ocurre en franjas definidas y localizadas del territorio (mangas) que hacen imposible detectarlo mediante la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas. La forma usual de registro es mediante reporte de ocurrencia y su intensidad puede medirse de manera indirecta a través de los informes de siniestralidad (Caffera, 1985). En las condiciones de Uruguay, las posibilidades de evitar o minimizar los daños por granizo son prácticamente nulas. Existen antecedentes de caracterización del fenómeno a nivel nacional (Caffera, 1985; AECI-MGAP-AGROSEGURO, 2008; Rijo y Santiñaque, 2011) pero los datos sobre la distribución temporal y espacial no son concluyentes. Los daños por eventos climáticos adversos como el granizo frecuentemente se trasladan a los ciclos siguientes y la recuperación es lenta (Altieri y Nicholls, 2013). Las soluciones convencionales, a través de seguros y subsidios, implican costos y pueden comprometer la continuidad de los productores de menor escala y afectar la seguridad y soberanía alimentaria (Caputi y Canessa, 2012; Ferrer *et al.*, 2013).

En 2010, en el marco del Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC), el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) define como prioridad estratégica la

adaptación del sector agropecuario al cambio y la variabilidad climática con el objetivo de reducir la vulnerabilidad (Oyhantçabal y Lindemann, 2013).

La vulnerabilidad climática puede entenderse como la incapacidad de un sistema de absorber los efectos de un impacto (Altieri, 2013). Es una función directa de la interacción entre la exposición a eventos climáticos, la sensibilidad de los sistemas y su capacidad de adaptación (Oyhantçabal y Lindemann, 2013; Bidegain *et al.*, 2013; Nicholls Estrada, Ríos Osorio y Altieri, 2013).

Estudios realizados a nivel nacional sobre sensibilidad y capacidad adaptativa en la FHC señalan que el aumento de la vulnerabilidad climática se asocia, entre otros factores, a la concentración geográfica de la producción (Ferrer *et al.*, 2013). Cuando la ocurrencia de eventos climáticos extremos coincide con el área de cultivo se compromete la producción total y puede verse afectada también la seguridad alimentaria de la población.

La diversidad es un principio clave en Agroecología. A nivel de paisaje, la diversificación es una estrategia que contribuye a reducir la vulnerabilidad, disipar daños y garantizar la producción de alimentos, aún en condiciones climáticas desfavorables o extremas, como lo demuestran Altieri (2013), Altieri y Nicholls, (2013), Altieri *et al.* (2015) y Andrade Quiñones e Hidalgo Nieto (2017).

El objetivo del trabajo fue identificar el patrón de distribución espacial del daño por el granizo de 2013 y su posible coincidencia con la principal zona de producción de FHC en el país.

Metodología

El trabajo se centró en el análisis de una base de datos, proporcionada por la Dirección General de la Granja del MGAP (MGAP DIGEGRA), con información sobre los padrones afectados por el granizo de 2013 en 3.737 hectáreas que cultivaron FHC en los departamentos de Montevideo, Canelones y San José. Los datos proporcionados fueron: departamento, número de padrón, especies y variedades cultivadas, superficie cultivada del total del padrón y de cada especie y variedad, y porcentaje afectado para cada especie y variedad. Se consideraron aquellos padrones que en la zafra 2013 cultivaron al menos una variedad de FHC.

El daño se evaluó a través de la Intensidad de Daño (ID), indicador que relaciona el porcentaje afectado a la superficie de cada padrón según la siguiente fórmula:

$$\text{ID padrón} = \Sigma \frac{(\% \text{ afectado variedad } i) \times (\text{superficie variedad } i)}{\text{superficie total FHC}}$$

Las ID se categorizaron en función de las pérdidas usuales a lo largo de la cadena y la cantidad de cosecha necesaria para cubrir los costos de producción. Se estima que las pérdidas usuales a campo se ubican entre 8 y 10% y llegan a 15% a lo largo de toda la cadena. Los costos varían entre especies y en función de la tecnología y las características de las unidades de producción, pero en promedio se ubican en el entorno de 40 – 60% de la cosecha (Caputi y Canessa, 2012). De este modo se configuraron cinco categorías: a) ID = 0. No se registró daño; b) 0 < ID > 15. Daño *leve*; c) 15 < ID > 40. Daño *moderado*; d) 40 < ID > 60. Daño *severo*; e) ID > 60. Daño *muy severo*.

Intensidades de daño mayores a 40 comprometen la capacidad de cubrir los costos de producción promedio.

Para la espacialización del daño se construyó un SIG utilizando el software ArcView© 3.3. El SIG integró la información primaria de los padrones en los departamentos de Montevideo, Canelones y San José, e información secundaria obtenida de las cartas del Servicio Geográfico Militar escala 1:50.000 en formato vectorial, disponibles en el LDSGAT-FC. Se utilizó el sistema de Referencia UTM, WGS-84, zona 21S. Cada padrón se tomó como un polígono identificado con su número de padrón y de departamento y a partir de estos identificadores se construyó la base de datos con la información procesada. Posteriormente cada padrón fue convertido en un punto correspondiente al centroide del polígono, construyendo una cobertura vectorial de puntos que contiene el total de la información. Los valores de cada una de las variables obtenidos para cada punto se utilizaron para realizar una interpolación mediante el método Kriging universal lineal, con un tamaño de grilla de 500 m y la extensión correspondiente a los tres departamentos. Se realizaron las interpolaciones considerando los doce puntos más cercanos. Para este procedimiento se utilizaron las extensiones Spatial Analysis para ArcView 3.x y Kriging Interpolation. Una vez obtenida la grilla con los valores de distribución espacial continua de las variables, la cobertura se recortó con los límites de los departamentos y se construyó la cartografía.

Resultados y discusión

Se analizaron 1.041 padrones que en la zafra 2013 cultivaron al menos una variedad de FHC, ubicados en los departamentos de Canelones, Montevideo y San José, al sur del país. La superficie de FHC en estos padrones fue 3.255 hectáreas (la mitad del total cultivado en la zafra), 92% ubicadas en Montevideo y Canelones (figura 1).

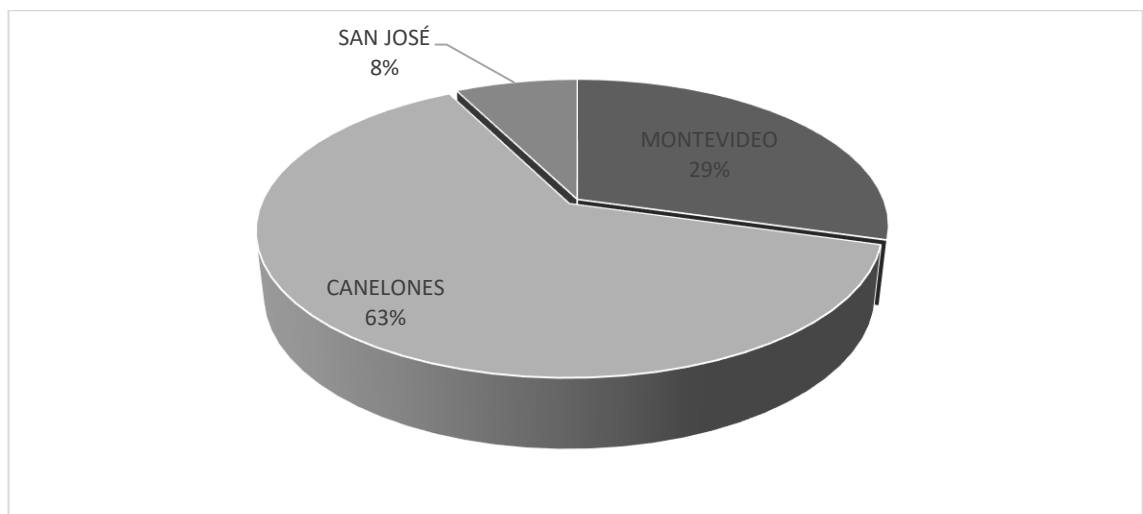


Figura 1. Superficies afectadas por departamento como proporción del total.

Según la figura 1, el departamento menos afectado fue San José lo que puede explicarse, por un lado, por la menor superficie cultivada de FHC y por otro, por las propias características de la manifestación espacial del granizo, que por ocurrir en franjas relativamente localizadas (Caffera, 1985) no coincidió geográficamente con el departamento en cuestión.

La superficie afectada con daño diferente a 0 fue 2.972 hectáreas, de las cuales 1.982 hectáreas sufrieron daño severo y muy severo y 990 hectáreas daño moderado y leve (figura 2).

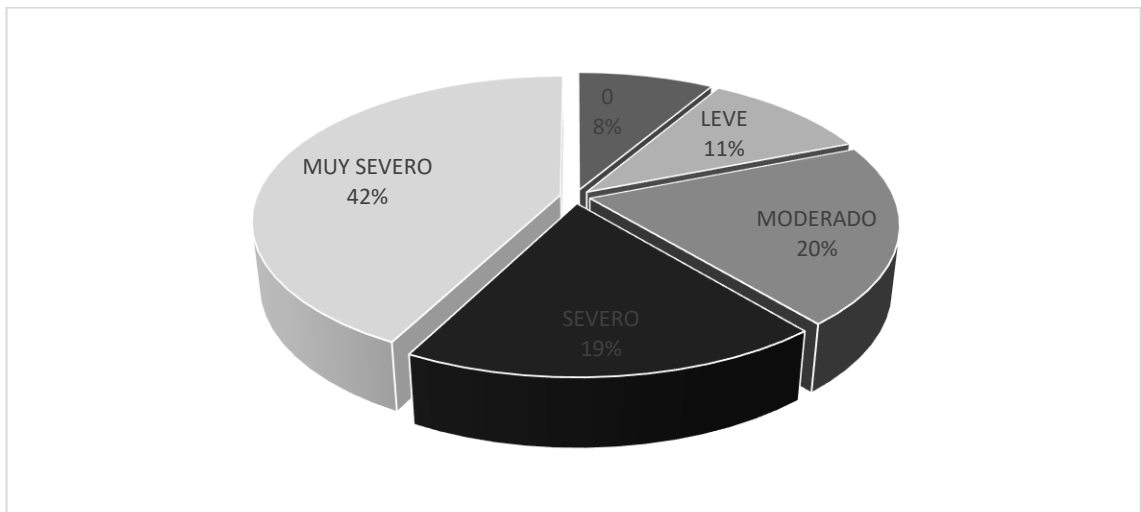


Figura 2. Proporción de superficie total afectada según categorías de daño.

La superficie afectada con daño severo y muy severo fue 61% del total. Estos niveles de daño representan pérdidas superiores a 40% de la cosecha esperada, lo que supone que en los padrones afectados se vio comprometida la posibilidad de cubrir los costos de producción de la zafra. En 170 hectáreas de las que fueron afectadas por muy severo, el daño alcanzó a 100%.

La espacialización de los niveles de daño se muestra en la figura 3.

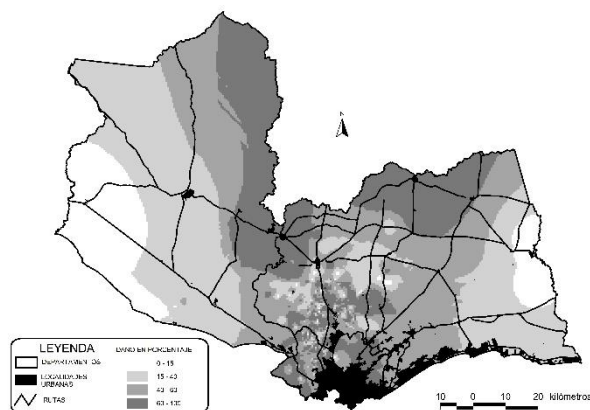


Figura 3. Distribución espacial del daño en frutales de hoja caduca según intensidad de daño.

Se observa una concentración de daño severo y muy severo en una franja de dirección norte-sur que abarca parte de los departamentos de Montevideo y Canelones. La distribución

espacial del daño concuerda con el patrón de ocurrencia del granizo (en mangas), que coincide con la principal zona de producción de FHC en el país.

Para el evento en estudio, la concentración geográfica constituyó un elemento de vulnerabilidad, estimada a partir de las intensidades de daño.

Una alternativa para modificar las condiciones de vulnerabilidad es implementar estrategias de rediseño que consideren la posibilidad de instrumentar políticas de reordenamiento de la producción a escala territorial. La diversificación a escala regional modifica la concentración geográfica y constituye una respuesta frente a un evento localizado e impredecible como el granizo.

El principal factor que condiciona la regionalización de la FHC es la temperatura, que es determinante en las especies y variedades que se pueden cultivar. Entre las especies cultivadas en el país, manzana y pera son las de mayores requerimientos; para manzana, 750-1000 unidades de frío son suficientes para romper la dormancia (Ferrer *et al.*, 2013). Tomando como base las curvas tentativas de unidades de frío efectivas ajustadas por Contarín Villa y Curbelo Bacci (1987), se pueden identificar potenciales zonas alternativas de producción en el sur del país, con condiciones adecuadas de temperatura para que la mayor parte de las variedades de FHC disponibles cumplan sus requerimientos de frío invernal y/o indagar la posibilidad de cultivar otras especies.

Otro aspecto que históricamente ha condicionada la concentración geográfica de la FHC es la proximidad a Montevideo, mercado consumidor por excelencia. Zonas de cultivo alternativas podrían ser la oportunidad de promover mercados locales y circuitos cortos de comercialización, generar puestos de trabajo y garantizar el acceso a alimentos de calidad con menores costos energéticos y financieros por traslados y fletes.

Además, la diversificación regional puede convertirse en una estrategia de seguridad alimentaria, ya que eventos climáticos puntuales y localizados no impactarían la producción en los niveles ocurridos con el granizo de 2013.

Para que las estrategias de adaptación para la fruticultura contribuyan a reducir la vulnerabilidad climática y al mismo tiempo fortalecer la producción familiar y garantizar el aporte a la seguridad y soberanía alimentaria de la población, se deben integrar criterios productivos, económicos, sociales, culturales y políticos. Es así que la Agroecología, al considerar la

multidimensionalidad de la producción, puede convertirse en el eje de una propuesta de transformación.

Conclusiones

El daño generado por el granizo de 2013 es la expresión de la elevada vulnerabilidad climática de la FHC en Uruguay. La superficie dañada representó 46% del total cultivado en el país y cerca de 67% de esa superficie resultó con daño severo y muy severo, comprometiendo la posibilidad de cubrir los costos productivos de la zafra en los padrones afectados.

El daño no fue homogéneo dentro del área afectada. Ante la falta de registros sobre intensidad, tamaño de las piedras o distribución espacial del granizo, las ID calculadas a partir de las pérdidas de cosecha estimadas pueden considerarse un aporte para la caracterización del evento. La espacialización de los niveles de daño totales permitió identificar un patrón que concuerda con la descripción del granizo y que para este caso en particular coincidió con la principal zona de producción de FHC a nivel nacional. La concentración geográfica constituyó un factor de vulnerabilidad de la FHC para este evento en particular.

La diversificación a escala de paisaje, además de reducir la vulnerabilidad frente a eventos localizados como el granizo, puede constituirse en una estrategia de seguridad alimentaria.

Los resultados aportan información sobre la caracterización del granizo en el país en términos de distribución espacial y en forma indirecta también sobre su intensidad, medida a través del daño, que complementan estudios anteriores al respecto.

Agradecimientos

A Inés y Marcel, por acompañarme en este proceso con su solidez académica y su calidez humana.

Bibliografía

AECI – MGAP – AGROSEGURO. (2008). *Estudio técnico para el desarrollo de mapas de riesgo para Uruguay*. Montevideo: AGROSEGURO. Departamento de Consultoría y Relaciones Internacionales.

Altieri, M. A. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En: Nicholls Estrada, C. I., Ríos Osorio, L. A. y Altieri, M. A. editores. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 94-104). Medellín: REDAGRES-CYTED.

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A. y Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 35 (n° 2), pp. 869–890.

Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia el cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, vol. 8 (n° 1), pp. 7-20.

Andrade Quiñones, Y. P. e Hidalgo Nieto, A. M. (2017). La agroecología en la sabana del Meta. Eje de recuperación del equilibrio natural, familiar y social. *Leisa*, vol. 33 (n° 2), pp. 16–18.

Banchero, S., Soria, M. y Mehzer, R. N. (2015). Predicción de granizo utilizando índices atmosféricos. En *AGRANDA 2015. 1° Simposio Argentino de Grandes Datos* (pp. 60-63).

Bidegain, M., Crisci, C., del Puerto, L., Inda, H., Mazzeo, N., Taks, J. y Terra, R. (2013). Variabilidad climática de importancia para el sector productivo. En: *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Compilado. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático* (pp. 73-99). Montevideo: FAO.

Caffera, M. (1985). *Informe sobre granizo*. Reporte para la Comisión Nacional de la Granja. Departamento de Agrometeorología, Dirección Nacional de Meteorología. Documento interno.

Caputi, P. y Canessa, S. (2012). *Consultoría solicitada por la Representación FAO en Uruguay sobre Plan Estratégico y diseño institucional para el sector de frutales de hoja caduca*. Informe final. Montevideo: FAO.

Contarín Villa, S. E. y Curbelo Bacci, L. A. (1987). *Aporte para la regionalización del cultivo de frutales de hoja caduca en el país según la ocurrencia de frío invernal efectivo para el rompimiento del receso* (Tesis Ingeniero Agrónomo). Facultad de Agronomía, Montevideo.

Coronel, A. (2012). Acerca de cómo funciona el sistema de alerta de tormentas. *Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR* vol. 24, pp. 28–30.

Ferrer, M., Camussi, G., Fourment, M., Varela, V., Pereyra, G., Taks, J., Contreras, S., Cobas, P., Mondelli, M., Cruz, G., Astigarraga, L. y Picasso, V. (2013). Sensibilidad y

capacidad adaptativa de la viticultura y la fruticultura frente al cambio climático. En: *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Volumen VI. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático* (pp. 188-201). Montevideo: FAO.

MGAP DIEA. (2014). *Encuesta Frutícola de Hoja Caduca. Zafra 2013*. Serie Encuestas No 317. Montevideo: MGAP DIEA.

Nicholls Estrada, C. I., Ríos Osorio, L. A. y Altieri, M. A. editores. (2013). *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: REDAGRES-CYTED.

Oyhantçabal, W. y Lindemann, T. (2013). *Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Compilado. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático*. Montevideo: FAO.

Rijo, L. y Santiñaque, F. (2011). *Investigación de metodologías para el análisis espacio-temporal del evento granizo en Uruguay* (Tesis Licenciatura en Estadística). Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Montevideo.

7.2. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°	Página
1. Evolución de la superficie de frutales, en hectáreas, y del número de plantas por especie entre 1980 y 2000	7
2. Frutales de hoja caduca. Número de productores, superficie, cantidad de plantas y producción, totales y por especie en la zafra 2013	14
3. Número de productores, superficie total, número de plantas y producción total según escala de superficie de frutales de hoja caduca en la zafra 2013	17
4. Frutales de hoja caduca. Destino de la producción total y por especie, en toneladas en la zafra 2013	19
5. Categorías de daño construidas a partir de la Intensidad de daño	52
6. Número de padrones analizados y superficies totales, en hectáreas, por cultivo y por departamento	56
7. Superficies de frutales de hoja caduca de los padrones analizados, en hectáreas, por especie y por departamento	57
8. Superficie de frutales de hoja caduca afectada, en hectáreas, según categorías de daño por departamento	58
9. Superficies afectadas, en hectáreas y como proporción de la superficie analizada, según intensidad de daño	64
10. Número de padrones analizados y diversidad temporal en manzana según departamento	74
11. Número de padrones analizados y diversidad temporal en durazno según departamento	77
12. Simulación de niveles de daño según diferentes combinaciones de variedades para durazno, manzana y pera	81

Figura N°	Página
1. Proporción de especies de frutales de hoja caduca cultivados en Uruguay en 1956	5
2. Superficie, en hectáreas, número total de plantas y producción total, en toneladas, de frutales de hoja caduca entre las zafras 2002 a 2015	9
3. Evolución del número de productores según escala de superficie de frutales de hoja caduca entre las zafras 2002 a 2015	11
4. Superficie destinada a frutales de hoja caduca, vid, cítricos y huerta en el año 2011 en Uruguay	13
5. Proporción de superficies cultivadas de frutales de hoja caduca por especie en la zafra 2013	15
6. Proporción de superficies cultivadas de variedades por especie de frutales de hoja caduca en la zafra 2013	16
7. Distribución espacial de la frecuencia de ocurrencia de granizo para los meses de enero y febrero en Uruguay	27
8. Unidades de frío estimadas para Uruguay (Contarín y Curbelo, 1987)	37
9. Superficies afectadas por departamento como proporción del total	59
10. Proporción de superficie total afectada según categorías de daño ...	60
11. Proporción de superficies afectadas por departamento según categorías de daño	61
12. Distribución espacial del daño en frutales de hoja caduca según intensidad de daño en los padrones analizados	62
13. Proporción de superficies afectadas según la intensidad de daño por especie	64
14. Distribución espacial del daño en manzana	65
15. Distribución espacial del daño en durazno	66
16. Distribución espacial del daño en pera	66
	121

17.	Distribución espacial del daño en ciruela	67
18.	Distribución espacial del daño en membrillo	67
19.	Distribución espacial del daño en nectarino	68
20.	Superficies afectadas, en hectáreas, según intensidad de daño para las variedades cultivadas de manzana, durazno y pera	70
21.	Superficies afectadas, en hectáreas, según intensidad de daño para las variedades cultivadas de ciruela, membrillo y nectarino	71
22.	Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en manzana para Montevideo y Canelones	76
23.	Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en durazno para Montevideo y Canelones	78
24.	Relación entre la época de cosecha y la intensidad de daño (ID) en pera para Montevideo y Canelones	79
25.	Simulación de niveles de daño según diferentes combinaciones de variedades para manzana, durazno y pera	82

7.3. CUADROS Y FIGURAS COMPLEMENTARIAS

Cuadro 1. Superficie cultivada (hectáreas), número total de plantas, producción (toneladas) y número de productores de frutales de hoja caduca. Zafras 2002 a 2015.

ZAFRA	Superficie (ha)	N° de plantas (miles)	Producción (t)	N° de productores
2002	7.372	4.865	69.392	1.385
2003	7.493	5.094	104.369	1.580
2005	7.658	5.940	122.455	1.274
2006	7.834	6.201	105.739	1.285
2007	7.849	6.360	112.116	1.246
2008	7.947	6.554	92.370	1.246
2009	7.574	6.469	97.418	1.203
2010	7.363	6.423	101.671	1.191
2012	6.836	6.168	102.070	1.031
2013	6.523	5.999	79.197	942
2015	5.481	5.164	91.162	786

Fuente: Elaborado en base a serie de Encuestas Frutícolas (MGAP DIEA, 2002; 2003b; 2008;2009;2014; 2016).

Cuadro 2. Evolución del número de productores según escala de superficie de FHC. Zafras 2002 a 2015.

SUPERFICIE (ha)	ZAFRA									
	2002	2003	2005	2006	2007	2009	2010	2012	2013	2015
Hasta 5	1010	1204	898	910	938	938	829	668	630	515
5 - 10	197	204	174	189	145	145	184	208	176	139
10 - 20	116	116	133	114	104	104	106	87	66	77
20 - 40	42	37	47	52	43	43	52	49	51	34
40 - 70	16	14	13	12	10	10	12	13	12	16
Más de 70	4	5	9	7	6	6	8	6	7	6

Fuente: Elaborado en base a serie de Encuestas Frutícolas (MGAP DIEA, 2002; 2003b; 2008;2009;2014; 2016).

Cuadro 3. MANZANA, DURAZNO Y PERA. Superficie cultivada (hectáreas) total y en producción, número de plantas totales y en producción y producción total (toneladas) según variedades. Zafra 2013.

ESPECIE	VARIEDAD	SUPERFICIE (ha)		Plantas (miles)		Producción (t)
		Total	En producción	Totales	En producción	
MANZANA ^{1/}	Gala	430	415	728	700	8.780
	Mollie's	5	5	3	3	45
	Red	2.117	1.893	1.667	1.470	23.593
	Granny Smith	375	338	308	256	7.109
	Fuji	99	99	159	158	2.049
	Cripps Pink	213	182	423	341	3.847
	Otras	29	23	38	22	203
DURAZNO ^{2/}	Muy Tempranos	328	319	256	248	3.311
	Tempranos	536	510	438	418	5.424
	De Estación	487	477	407	398	5.892
	Tardíos	231	224	186	180	1.640
	Otros	82	62	72	55	582
PERA	Packham's	71	65	69	64	584
	Abatte Fetel	45	35	118	80	166
	William's	736	706	478	461	7.554
	Otras	47	45	41	40	445

^{1/} Se clasifican agrupando aquellas que tienen características similares.

^{2/} "Muy Tempranos" cosecha hasta noviembre, "Tempranos" cosecha en diciembre, "De Estación" cosecha en enero, "Tardíos" cosecha en febrero.

Fuente: en base a MGAP DIEA (2014).

Cuadro 4. NECTARINO, CIRUELA Y MEMBRILLO. Superficie cultivada (hectáreas) total y en producción, número de plantas en producción y producción total (toneladas) según variedades. Zafra 2013.

ESPECIE	VARIEDAD	SUPERFICIE (ha)		Plantas en producción (miles)	Producción (t)
		Total	En producción		
NECTARINO ^{1/}	Tempranos	33	32	29	406
	De Estación	86	83	72	716
	Tardíos	55	42	40	493
	Otros	375	338	141	1.615
CIRUELA ^{1/}	Tempranas	55	53	52	736
	De Estación	127	114	108	963
	Tardías	58	58	46	456
	Otras	26	26	24	88
MEMBRILLO	Criollo	9	9	8	3.956
	Manzana	239	237	191	21
	Otros	4	4	3	4.116

^{1/} "Tempranos" cosecha en diciembre, "De Estación" cosecha en enero, "Tardíos" cosecha en febrero.

Fuente: en base a MGAP DIEA (2014).

Cuadro 5. Requerimientos de frío en frutales de hoja caduca.

ESPECIE	UNIDADES DE FRIO (Richardson)
Almendra	200 – 500
Ciruelo europeo	700 – 1600
Ciruelo japonés	500 – 1000
Damasco	100 – 1100
Durazno	200 – 800
Manzana	200 – 2000
Membrillo	50 – 500
Nogal	800 – 1500
Pecan	100 – 600
Pera	600 - 1800

Fuente: Sozzi (2008).

Cuadro 6. Superficies afectadas, en hectáreas, para las distintas variedades por especie, según intensidad de daño.

ESPECIE	VARIEDAD	ID				
		0	LEVE	MODERADO	SEVERO	MUY SEVERO
CIRUELAS	Tempranas	4	1	1	7	2
	De estación	4	9	17	16	33
	Tardías	1	1	1	5	4
	Otras ^{1/}	4	7	6	6	16
DURAZNOS	Muy tempranos	9	9	9	6	7
	Tempranos	22	41	28	21	19
	De estación	29	25	39	31	26
	Tardíos	7	11	23	23	94
	Otros ^{1/}	40	45	57	39	43
MANZANAS	Gala y Mollie's	17	23	47	46	97
	Red	44	80	176	220	529
	G.Smith y Fuji	46	6	28	20	49
	C.Pink	18	21	11	11	47
	Otras ^{1/}	12	23	115	99	128
MEMBRILLOS	Criollo	0	0	0	1	12
	Manzana	8	8	10	11	23
	Otros ^{1/}	0	0	2	1	11
NECTARINOS	Tempranos	2	0	4	2	0
	De estación	4	2	7	5	6
	Otros ^{1/}	1	6	5	5	6
PERAS	P.Triumph	2	0	1	5	11
	William's y A.Fetel	3	24	64	79	209
	Otras ^{1/}	0	0	0	4	10

^{1/} incluye variedades que no pueden asignarse con precisión a ninguno de los grupos.

ESPECIE	VARIEDAD	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Manzana ^{1/}	Gala					■			
	Mollie's					■			
	Red						■		
	Granny Smith							■	
	Fuji							■	
	Cripps Pink								■
Durazno ^{2/}	Muy Tempranos	■	■						
	Tempranos			■					
	De Estación				■				
	Tardíos					■			
Pera	Packham's					■			
	Abatte Fetel						■		
	William's						■		
Nectarino ^{2/}	Tempranos			■					
	De Estación				■				
	Tardíos					■			
Ciruela ^{2/}	Tempranas			■					
	De Estación				■				
	Tardías					■			
Membrillo	Criollo						■		
	Manzana							■	
^{1/} Las variedades de manzana se clasifican agrupando aquellas que tienen características similares.									
^{2/} Se definen como "Muy Tempranas" las variedades cosechadas hasta noviembre, "Tempranas" las cosechadas en diciembre, "De Estación" las cosechadas en enero y "Tardías" las cosechadas en febrero.									
Fuente: Elaborado en base a Encuestas Frutícolas de Hoja Caduca (MGAP DIEA).									

Figura 1. Calendario de cosecha de las variedades cultivadas por especie.

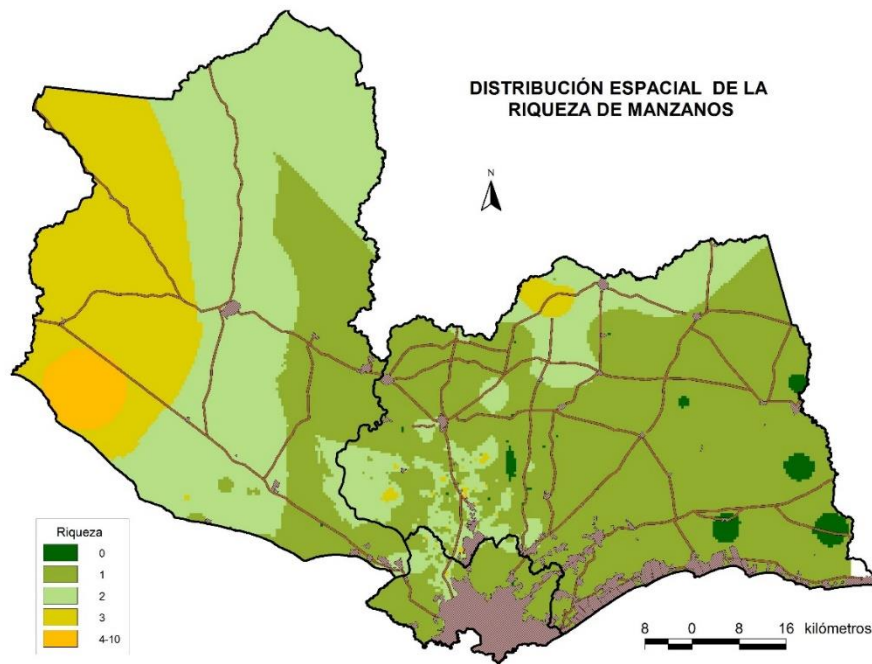


Figura 2. Distribución espacial del cultivo de manzana en función de la riqueza de variedades por padrón.

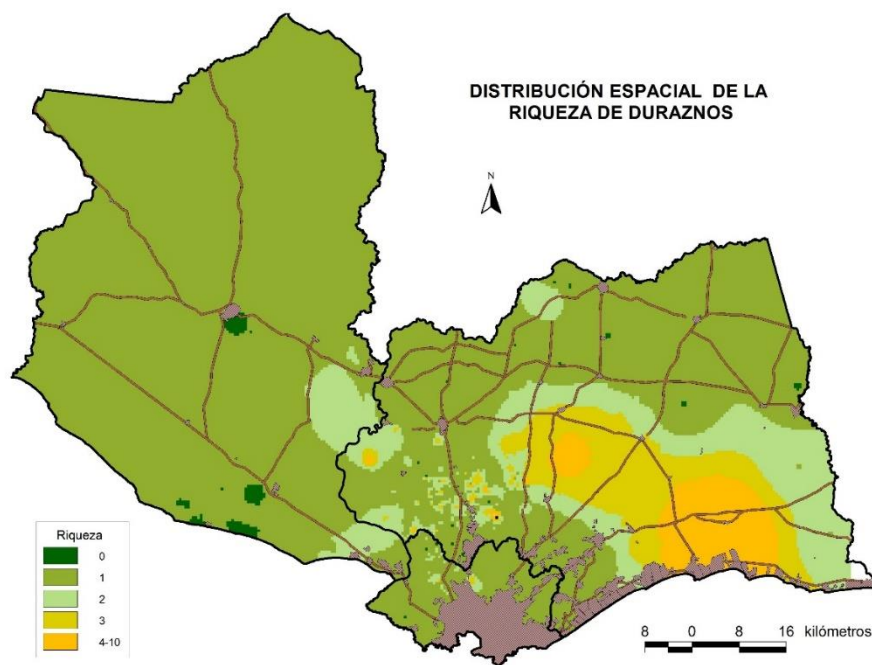


Figura 3. Distribución espacial del cultivo de durazno en función de la riqueza de variedades por padrón.

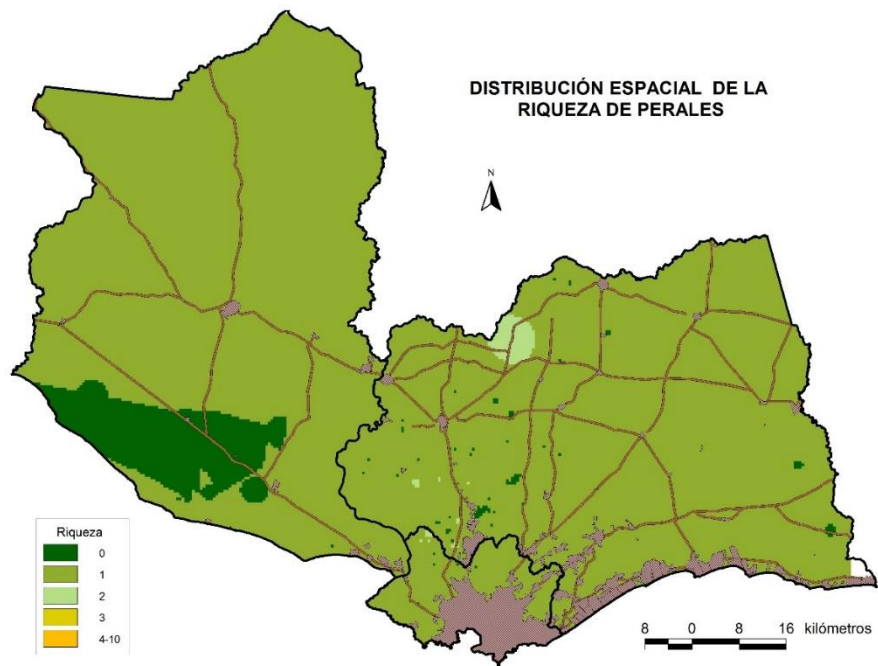


Figura 4. Distribución espacial del cultivo de pera en función de la riqueza de variedades por padrón.

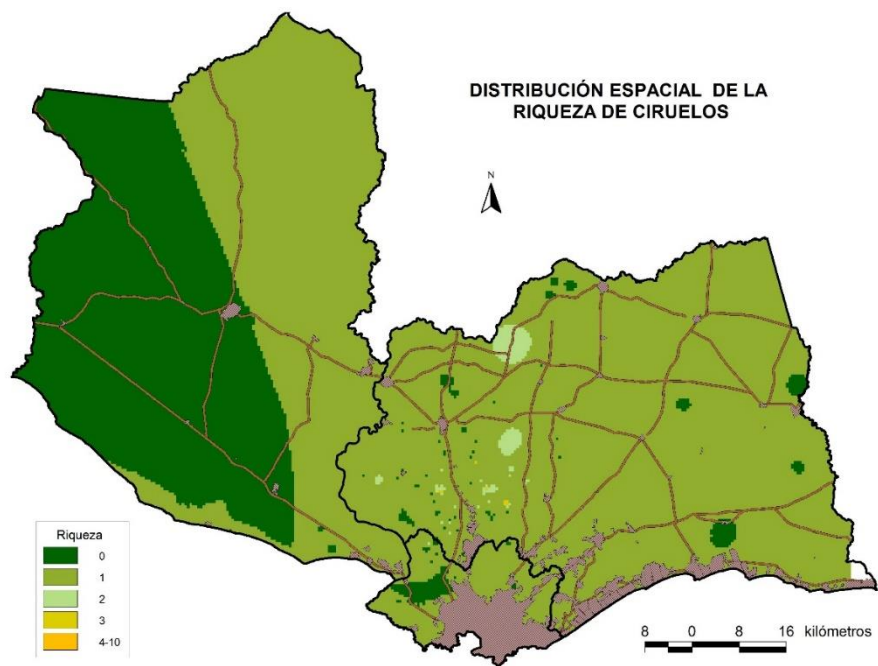


Figura 5. Distribución espacial del cultivo de ciruela en función de la riqueza de variedades por padrón.

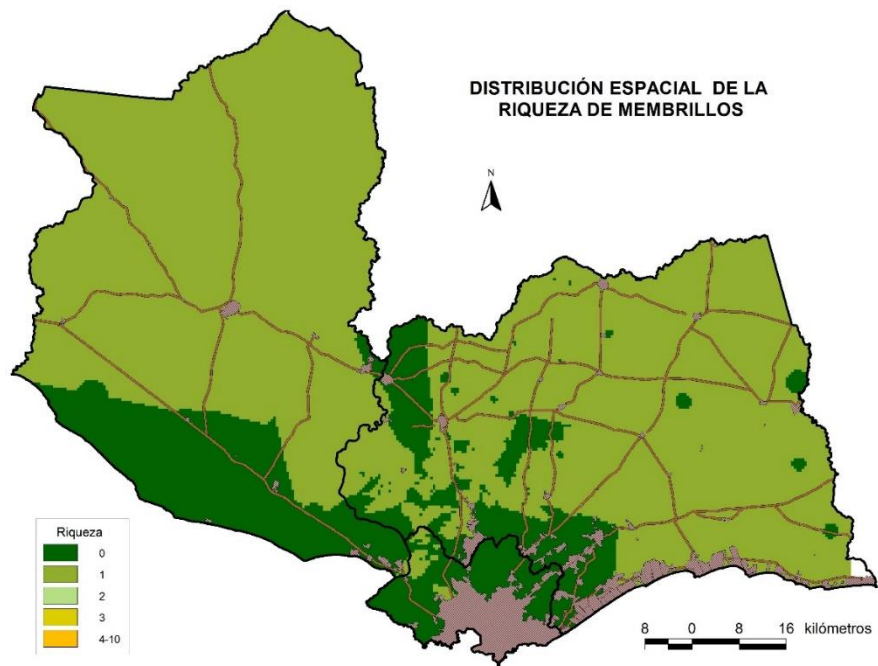


Figura 6. Distribución espacial del cultivo de membrillo en función de la riqueza de variedades por padrón.

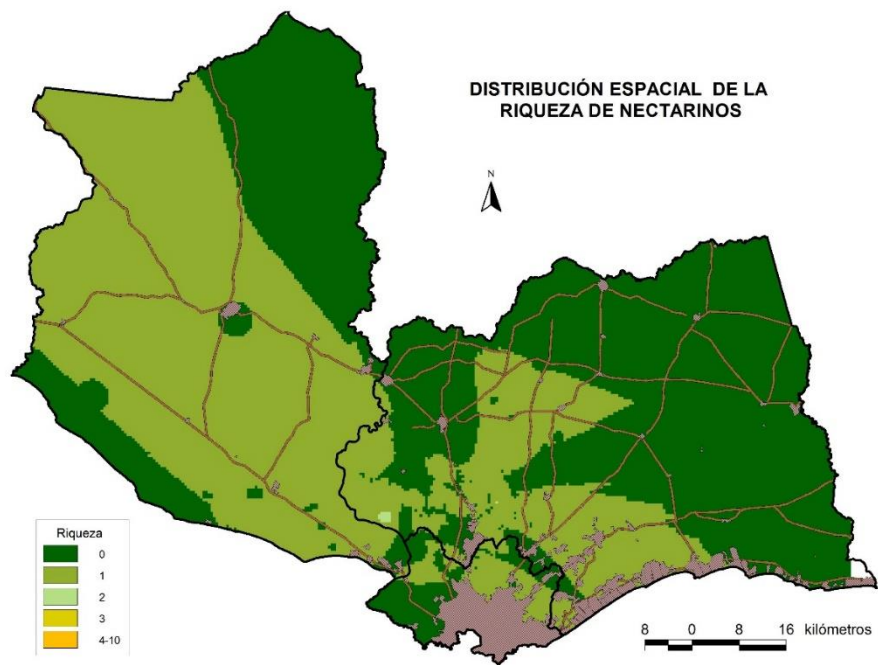


Figura 7. Distribución espacial del cultivo de nectarino en función de la riqueza de variedades por padrón.

7.4. FORMULARIO DE DECLARACIÓN JURADA



DECLARACIÓN DE DAÑOS TEMPORAL DE 24 DE ENERO 2013

El presente formulario tiene el carácter de declaración jurada de acuerdo al decreto del 18/02/08 que reglamenta el artículo N°187 de la Ley N°18.172, con sujeción a las sanciones legalmente establecidas por el artículo 239 del Código Penal.

1. Información General

Titular(es) (Nombre o razón social):

C.I. o RUT:

--

Seccional Policial:

--

Dirección:

--

Departamento:

--

Localidad:

--

Teléfono:

--

Correo electrónico:

--

Superficie Total del Predio (ha):

--

Superficie Total Cultivada (ha):

--

Es Colono:

SI	NO
----	----

N° de Productor Familiar:

--

N° de BPS:

--

N° de DICOSE:

--

Organización a la que está vinculado:

--

Endeudamiento:

BPS	SI	NO
Financieros	SI	NO
Otros		

3. Cultivos hortícolas

Nº de pedrón	Especie / Variedad	A campo o cubierto	Tipo de estructura	Superficie total (m ²)	Superficie afectada (m ²)	Fecha de plantación	Coschado (%)	Daño		¿Está dentro de algún Plan de Negocio?	¿Tiene Seguro?
								Viento	Granizo		

4. Especificque daño de estructura de cultivo e infraestructura:

5. Viveros

N° de padrón	Especie	N° de plantas total	Daño		% afectado	¿Tiene Seguro?
			Viento	Granizo		

6. Avicultura

N° de padrón	Total de galpones de cría	total m² de capacidad de la granja	m² dañados de granja	Tipo de techo			Daño		% afectado	¿Tiene Seguro?
				nylon	chapa	otro	Viento	Granizo		

Empresa para la que cría:

7. Observaciones:

8. Datos del declarante:

Firma (titular o representante):

Aclaración de firma:

Documento de Identidad:

Timbre:

Profesional
Vale #110

Fecha:

--	--	--

INSTRUCTIVO

1. Información general

Todos los datos son importantes, aparte del nombre y dirección, poner especial atención a los números de seccionales policiales, padrones y de BPS.

En caso de sociedades especificar nombre de la empresa y cédula de identidad del representante.

Endeudamiento, marque SÍ o NO, según corresponda y en OTROS especifique si tiene algún impedimento para acceder al crédito bancario.

2. Cultivos frutícolas

En el cuadro deberá detallar la información solicitada para todos los montes del predio (afectados y no afectados), especificando número de padrón.

En la columna de daños, marcar con una cruz (X) el evento climático que afecto a los cultivos (VIENTO y/o GRANIZO). Especificando en la columna posterior (% DE FRUTA AFECTADA) el porcentaje estimado de daño.

Se solicita que especifique cuál es el porcentaje de fruta cosechada, previo al evento, tanto en los cultivos afectados como NO afectados.

3. Cultivos hortícolas

En el cuadro deberá detallar la información solicitada para todos los cultivos del predio (afectados y no afectados), especificando número de padrón.

En la columna de daños, marcar con una cruz (X) el evento climático que afecto a los cultivos (VIENTO y/o GRANIZO). Especificando en la columna posterior (% AFECTADO) el porcentaje estimado de daño.

Se solicita que especifique cuál es el porcentaje de producción, previo al evento, tanto en los cultivos afectados como NO afectados.

4. Especifique daño de estructura de cultivo e infraestructura

En éste cuadro cuantificar en forma detallada los daños sufridos en estructura de cultivos e infraestructura (invernáculos, túneles, mulch, riego, estructura de soporte, galpones, cámaras, etc.).

5. Viveros

Especifique número de plantas totales y porcentaje de afectadas.

El formulario debe ser completado en letra imprenta (letra y números claros).

Toda la información que se entienda relevante y que pueda no estar requerida específicamente en el formulario deberá anotarse en el numeral N°3 "Observaciones".

En caso de requerir más espacio en algunos de los cuadros, puede agregar hojas fotocopiadas.

ESTÁ DECLARACIÓN DEBERÁ SER PRESENTADA ANTE SU ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES.

LAS ORGANIZACIONES TENDRÁN COMO PLAZO MÁXIMO PARA LA ENTREGA EN DIGEGRA EL PRÓXIMO LUNES 4 DE FEBRERO DE 2013, A LAS 12:00 HORAS.