



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Resiliencia en sistemas frutícolas del sur de Uruguay: Estrategias para la transición agroecológica

Gabriela Linari Fuentes

Doctorado en Ciencias Agrarias

Julio, 2024

**Resiliencia en sistemas frutícolas del sur
de Uruguay:
Estrategias para la transición
agroecológica**

Gabriela Linari Fuentes

Doctorado en Ciencias Agrarias

Julio, 2024

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing Agr. Dra. Mercedes Arias, Ing. Agr. Dr. Matías Carámbula, Ing. Agr. PhD. Roberto Zoppolo el 25 de setiembre de 2024. Autora: Ing. Agr. Mag. Gabriela Linari Fuentes. Directora: Ing. Agr. Dra. Inés Gazzano. Codirector: Lic. Dr. Marcel Achkar.

Dedicado a mi hijo ... buena gente;
a mis padres, por sus enseñanzas y sus valores;
al abuelo criollo y el bisabuelo genovés, los dos Pablo, los dos agricultores.

... the Beatles, caña Legui y maravillas ...

Agradecimientos

A mis tutores, Inés y Marcel, por su apoyo, sus consejos, su sabiduría ... llegamos!

Al comité de seguimiento, Roberto y René.

A Juan y sus estadísticas.

A mis compañeros de Sistemas, por el apoyo y el acompañamiento: Daniella, Gaby Cruz, Carola, Gabriella, Valeria, Majó, Mario, Felipe, Santiago, Silvina, Verónica, Cande, Rodrigo, Elena, Eduardo, Seba, ...

A Albarito, el mejor secretario del mundo mundial, buena persona, gran amigo.

A los docentes y estudiantes de Geo Rural 2019 por el acompañamiento en el trabajo de campo y la valiosa interpretación de los datos: Marcel, Ismael, Mariana, Maira, Facundo, Caterina, Ana, Sebastián, Luis Mario, Analía, Thiago.

A la Fagro, por darme la posibilidad de seguir aprendiendo.

A INIA Las Brujas por abrirme las puertas para la pasantía, especialmente a Georgina García-Inza y Danilo Cabrera.

A Liesi, Lalo, Berenice, compañeros de Posgrados, por el apoyo y la paciencia.

A mis tesisistas, por haberme elegido y darme la oportunidad de aprender y mejorar todos los días, y a mis estudiantes, por sus enseñanzas.

A mis amigos de siempre ... a todos!

A mi familia ... somos pocos pero buenos.

A mi hijo ... siempre!

A todos los que me han apoyado y acompañado, aunque no los nombre sepan que están ahí.

Tabla de contenido

	Página
Página de aprobación	III
Agradecimientos	V
Resumen	VIII
Summary	IX
1. <u>Introducción</u>	1
1.1. La fruticultura en Uruguay	2
1.2. Resiliencia	4
1.3. Transición agroecológica	6
1.4. Preguntas de investigación	8
1.5. Objetivos	9
1.6. Estrategia de investigación	9
1.7. Esquema general de la tesis	11
2. <u>Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay</u>	13
2.1. Resumen	13
2.2. Summary	14
2.3. Introducción	14
2.4. Metodología	17
2.5. Resultados	20
2.6. Discusión	21
2.7. Conclusiones	23
2.8. Agradecimientos	24
2.9. Bibliografía	24
3. <u>Niveles de resiliencia en productores frutícolas del sur de Uruguay</u> ...	27
3.1. Resumen	27
3.2. Resumo	28
3.3. Abstract	28
3.4. Introducción	30

3.5. Metodología	31
3.6. Resultados y discusión	34
3.7. Conclusiones	40
3.8. Agradecimiento	41
3.9. Referencias	41
4. <u>Potential for the geographic diversification in deciduous fruit growing in Uruguay</u>	45
4.1. Abstract	45
4.2. Resumen	46
4.3. Resumo	46
4.4. Introducción	47
4.5. Materiales y métodos	49
4.6. Resultados y discusión	52
4.7. Conclusiones	57
4.8. Contribución de los autores	58
4.9. Transparencia de los datos	58
4.10. Referencias	58
5. <u>Discusión general y conclusiones</u>	61
6. <u>Referencias bibliográficas</u>	67
7. <u>Anexo</u>	74
7.1. Indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta para productores frutícolas del sur de Uruguay	74

Resumen

La fruticultura en Uruguay realiza un aporte sustancial a la soberanía alimentaria, la generación del empleo y la producción familiar. Su evolución muestra una importante reducción del número de productores y de la superficie cultivada y cada vez mayor concentración geográfica del área de producción. La investigación tuvo por objetivo evaluar y analizar la resiliencia de los sistemas frutícolas, identificar potencialidades territoriales para el desarrollo de la fruticultura en Uruguay y discutir estrategias de transición agroecológica. La concentración geográfica del cultivo en el sur del país explica la vulnerabilidad climática que se manifestó por los elevados niveles de daño por granizo que representaron pérdidas superiores al 40 % de la cosecha esperada en 2013. La diversificación a escala de paisaje se considera una estrategia de adaptación para la fruticultura que contribuye a reducir la vulnerabilidad climática y, al mismo tiempo, fortalecer la producción familiar y la soberanía alimentaria. La resiliencia se evaluó mediante la aplicación del Índice Holístico de Riesgo (IHR), que combina amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. Los valores del IHR fueron bajos y similares entre productores; las amenazas fueron fundamentalmente climáticas, la vulnerabilidad responde a factores económicos y la capacidad de respuesta se vincula con la experiencia, el conocimiento y la transmisión intergeneracional de saberes. Para evaluar la potencialidad territorial para la diversificación geográfica, se consideró la disponibilidad de frío, aptitud de los suelos y distancia al principal mercado distribuidor y a localidades de más de 5.000 habitantes; el 35,6 % del territorio presenta un potencial alto y muy alto para la producción. En las dimensiones técnico-productivas y socioculturales existen condiciones favorables para iniciar procesos de transición agroecológica a escala predial. Es necesario fortalecer la dimensión política para consolidar los procesos prediales y avanzar en la transición a escalas mayores.

Palabras clave: vulnerabilidad, riesgo, producción familiar, soberanía alimentaria, agroecología

Resilience in fruit systems in southern Uruguay: Strategies for agroecological transition

Summary

Fruit growing in Uruguay makes a substantial contribution to food sovereignty, employment generation and family production. Its evolution shows a significant reduction in the number of producers and the cultivated area and an increasingly greater geographic concentration of the production area. The research aimed to evaluate and analyze the resilience of fruit systems, identify territorial potential for the development of fruit growing in Uruguay and discuss agroecological transition strategies. The geographical concentration of the crop in the south of the country explains the climatic vulnerability that was manifested by the high levels of hail damage that represented losses of more than 40% of the expected harvest in 2013. Diversification at the landscape scale is considered a strategy of adaptation for fruit growing, which contributes to reducing climate vulnerability and, at the same time, strengthening family production and food sovereignty. Resilience was assessed by applying the Holistic Risk Index (IHR), which combines threat, vulnerability and response capacity. The IHR values were low and similar between producers; the threats were fundamentally climatic, vulnerability responds to economic factors and the response capacity is linked to experience, knowledge and the intergenerational transmission of knowledge. To evaluate the territorial potential for geographical diversification, the availability of cold, soil suitability and distance to the main distribution market and towns with more than 5 thousand inhabitants were considered; 35.6% of the territory presents a high and very high potential for production. In the technical-productive and socio-cultural dimensions, there are favorable conditions to initiate agroecological transition processes at the farm level. It is necessary to strengthen the political dimension to consolidate property processes and advance the transition to larger scales.

Keywords: vulnerability, risk, family production, food sovereignty, agroecology

1. Introducción

Los frutales de hoja caduca, o de clima templado, fueron introducidos a Uruguay a mediados del siglo XIX y la expansión del cultivo con la finalidad de abastecer el mercado interno se produce en las décadas de 1940 y 1950. A partir de ese momento la producción comercial se establece en la zona frutícola tradicional, ubicada en el noroeste del departamento de Montevideo y suroeste del departamento de Canelones, que con el desarrollo de infraestructura y servicios asociados ha conformado un paisaje cultural característico (Gastó et al., 2009) donde en muchos casos los límites entre lo rural y lo urbano son difusos.

En las últimas décadas se sostiene la reducción del número de productores frutícolas, lo que implica una pérdida importante de capacidades y la dificultad de consolidar un sector fuerte y estable. La variabilidad climática juega un rol importante en esta disminución, ya que aumenta la vulnerabilidad de los productores por razones tecnológicas, económicas y sociales. Esta tesis plantea analizar la resiliencia de productores frutícolas a partir de identificar sus principales vulnerabilidades y los factores que pueden explicar su permanencia en el sector para discutir propuestas de transición agroecológica para la fruticultura nacional.

La introducción comienza con una breve caracterización de la situación actual de la fruticultura en Uruguay y los elementos teóricos que orientan la investigación: resiliencia y transición agroecológica. Se presentan, además, las preguntas que guían el proceso, los objetivos y una descripción de la estrategia metodológica que estructura el trabajo.

El cuerpo central de la tesis está constituido por tres artículos, cada uno correspondiente a un capítulo, y finaliza con la discusión general que integra los resultados de la investigación.

1.1. La fruticultura en Uruguay

La fruticultura comercial en Uruguay comprende el cultivo de varias especies: hoja caduca, cítricos, vid y, más recientemente, olivos y pecanes; pero, en general, el término *fruticultura* se asocia a las especies de hoja caduca: manzanas, peras, duraznos, ciruelas, membrillos. Se considera una producción intensiva, caracterizada por superficies prediales relativamente pequeñas, un uso continuo del suelo durante períodos prolongados, elevado empleo de mano de obra y alta heterogeneidad en cuanto a la especialización productiva y tecnologías aplicadas (CNFR, 2011). La producción se consolidó como abastecedora del mercado interno a mediados del siglo XX (Casas, 1984) y se constituye como un sector estratégico en la producción de alimentos, la generación de empleo y la agricultura familiar.

Realiza un aporte sustancial a la soberanía alimentaria nacional, destinando, como mínimo, un 80 % de la producción anual al mercado interno para consumo como fruta fresca. Emplea, además, una elevada cantidad de mano de obra: el sector hortifrutícola en su conjunto genera aproximadamente 30.000 puestos directos de trabajo, siendo la fruticultura el rubro que registra el mayor coeficiente de empleo por hectárea y más empleo zafra, asociado fundamentalmente a la etapa de cosecha (Ackermann y Cortelezzi, 2018; Ackermann y Díaz, 2022).

Ocupa apenas un 0,02 % de la superficie agrícola total de Uruguay, unas 4.000 ha en 2023, y prácticamente la totalidad del cultivo se desarrolla en el sur, en los departamentos de Montevideo y Canelones (Escanda, 2021; MGAP, 2023). En líneas generales, la evolución de la fruticultura ha sido errática, con una tendencia a la descomposición progresiva del sector. En la última década se consolida la reducción y concentración del área de cultivo y la disminución del número de productores que, según datos del último Registro Nacional Frutihortícola (RNFH), es de 573 (MGAP, 2023). En paralelo se mantiene el proceso de intensificación productiva, con reducción de la diversidad cultivada y asociada, relativa especialización, aumentos en las densidades de plantación, incremento en el uso de insumos y capital e inversiones en tecnología, mejoras y activos fijos (Ferrer et al., 2013; Tommasino et al., 2014).

Esta intensificación y simplificación de los sistemas altera el funcionamiento ecosistémico e implica aumentos en la dependencia de insumos externos para sostener los procesos ecológicos clave, una presión creciente sobre los recursos y el ambiente e importantes aumentos en los costos de producción (Altieri et al., 2014; Gliessman, 2002). Por otro lado, se aumentan los riesgos asociados a la variabilidad climática y provocan importantes variaciones en la productividad anual y posibles afectaciones por eventos extremos (Hernández et al., 2018; Zoppolo et al., 2018). La inestabilidad productiva se traduce en inestabilidad económica que afecta de modo diferente a los productores en función de su capacidad de responder frente a los impactos externos, asociada fundamentalmente a la escala de producción (Caputi y Canessa, 2012).

El 86 % de los productores frutícolas manejan superficies menores a 15 ha y de estos un 66 % menos de 6 ha (MGAP, 2023) y reivindican su autopercepción como productores familiares, más allá de quedar por fuera de la definición operativa del MGAP (2016). El estrato menor a 6 ha es el que explica la disminución del número de productores de la última década (MGAP, 2023; MGAP-DIEA, 2016). La reducción del número de productores implica una pérdida importante de capital humano y del conocimiento específico derivado de la experiencia, difícilmente reemplazable por tecnologías, que alerta sobre la sustentabilidad de la fruticultura y de la producción familiar en general.

La importancia de la producción familiar en Uruguay emerge de su vínculo histórico con la producción de alimentos, el asentamiento de la población rural y el mantenimiento de una identidad cultural propia. Según van der Ploeg (2014), la producción familiar no se define exclusivamente por el tamaño predial, la propiedad de la tierra o la mano de obra, sino por una forma de vida característica. Y es en este sentido que el predio frutícola no es solo el espacio físico donde se realiza la producción; es un lugar de pertenencia, el hogar de la familia a veces por varias generaciones, donde se acumula y se trasmite experiencia acerca del saber hacer. Las particularidades de la actividad frutícola y la relación con los tiempos productivos definen el arraigo de los productores en el medio rural y los vínculos con el entorno que son la base de la construcción de identidad, individual y colectiva, y una cultura

compartida y transmitida a nivel familiar, comunitario y territorial (Carámbula Pareja, 2015; Piñeiro y Cardeillac, 2014).

En acuerdo con de Torres et al. (2018), los productores familiares junto con los asalariados rurales son la población estable de medio rural, capaces de promover el acceso a derechos y la generación de espacios de autonomía. Comprender, entonces, los factores de permanencia de los productores frutícolas, puede brindar elementos para la discusión de estrategias tendientes a fortalecer el sector.

1.2. Resiliencia

El concepto de resiliencia toma distintas definiciones en función del marco teórico y metodológico del cual parte su análisis; en general, se asocia a la tendencia de un sistema a retornar a un estado inicial frente a un cambio ambiental y mantenerse dentro de un rango acotado de estructura y funcionamiento (Holling, 1973). Frecuentemente, la resiliencia de los sistemas agrarios se aborda desde los impactos relacionados con el cambio climático (sequías, inundaciones, tormentas, huracanes). Sin embargo, estos sistemas están sometidos a continuos cambios de diferente origen y, por su complejidad estructural y de funcionamiento, la resiliencia puede entenderse, más que como retorno a un estado inicial, como un proceso continuo de transformación y adaptación (Folke et al., 2010).

Desde la perspectiva de investigación, la resiliencia se aborda como una propiedad de los sistemas complejos, tales como los sistemas agrarios, que les permite amortiguar los impactos, adaptarse, innovar y transformarse (Berkes et al., 2003; Holling, 2001). Es un concepto que puede definirse fundamentalmente a través de la capacidad social de ajustar las respuestas y la habilidad de construir nuevas estructuras cuando los cambios ambientales hacen inviable la continuidad del sistema (Walker et al., 2004). Por tanto, los procesos de adaptación y recuperación están permeados por el contexto socioeconómico, cultural y político en el que se desarrollan los sistemas, que involucra aspectos técnicos y ecológicos, y atributos relacionados a la organización social, la conformación de redes y la acción colectiva.

Por su característica compleja, la resiliencia es difícil de evaluar; un primer paso es identificar las vulnerabilidades de los sistemas (Cabell y Oelofse, 2012). Vulnerabilidad y resiliencia pueden considerarse como manifestaciones opuestas de una misma situación; tienen elementos en común que incluyen tanto los distintos impactos a los que se encuentran sometidos los sistemas como su capacidad de respuesta y adaptación. La vulnerabilidad es una condición intrínseca de los sistemas, dinámica y multidimensional, que se traduce en la incapacidad de absorber los efectos desestabilizadores de un cambio ambiental, de origen natural o antrópico (Adger, 2006; Cardona, 2002). En los sistemas agroalimentarios, donde los límites entre la naturaleza y las estructuras y acciones humanas son difusos, los elementos que explican la vulnerabilidad (físicos, sociales, culturales, políticos, económicos) se relacionan y retroalimentan entre sí (Wilches Chaux, 1993).

La Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (Redagres) ha desarrollado un marco conceptual y metodológico para la evaluación de la resiliencia a través de la aplicación del Índice Holístico de Riesgo (IHR), planteado originalmente por Barrera et al. (2007). El IHR integra en su cálculo vulnerabilidad y capacidad de respuesta, como elementos contrapuestos, frente a una amenaza. La interpretación del IHR permite analizar los niveles de resiliencia y la interacción entre las variables que la explican y se constituye como una herramienta de utilidad en la toma de decisiones respecto al rediseño y transición de los sistemas (Altieri et al., 2012; Altieri y Nicholls, 2013).

Los sistemas resilientes comparten una serie de atributos que explican su capacidad de adaptación y recuperación para reducir la vulnerabilidad (Altieri, 2016; Altieri et al., 2015; Cabell y Oelofse, 2012). Desde el punto de vista estructural, diseños que incorporen diversidad funcional permiten la autorregulación y pueden amortiguar los impactos negativos, actuar como un seguro y facilitar la recuperación; asimismo, sistemas insertos en matrices paisajísticas heterogéneas en espacio y tiempo, combinando diversos usos agrarios y áreas naturales, aseguran la conectividad y el restablecimiento de funciones y procesos ecosistémicos. En sus aspectos socioculturales, el conocimiento, la experiencia y la capacidad de aprendizaje permiten un uso de los recursos acorde a las condiciones locales, y la capacidad de organización

social con base en objetivos comunes redundando en procesos de autonomía y mutua cooperación entre individuos, organizaciones e instituciones. En un escenario en que los sistemas conviven con la incertidumbre y con cambios continuos e inevitables, la diversidad (biológica, productiva, económica) y los diferentes tipos de conocimiento proporcionan opciones para anticiparse y enfrentar los cambios, y en la reorganización juegan un rol fundamental las capacidades locales (Berkes, 2007). El reconocimiento de estas características y elementos es el fundamento para orientar principios en la construcción de sistemas resilientes (Altieri y Nicholls, 2020).

1.3. Transición agroecológica

La situación actual de relativa insustentabilidad de la fruticultura en Uruguay plantea el desafío de reconfigurar el sector reduciendo las vulnerabilidades y transitando hacia sistemas resilientes. La agroecología es una vía para transformar los sistemas agroalimentarios, articulando las dimensiones ecológica, socioeconómica, cultural y política en procesos de transformación e integrando conocimientos de diferentes disciplinas con el conocimiento y prácticas locales en la comprensión y crítica del modelo convencional de agricultura. A través de estrategias productivas, económicas y organizacionales, basadas en principios que se ejecutan mediante distintas formas técnicas adecuadas a las condiciones y capacidades locales, se presenta como una estrategia de desarrollo rural sustentable (Caporal, 2013; Sevilla Guzmán, 2017; Wezel et al., 2020).

La transición agroecológica es un proceso multidimensional de transformación de sistemas convencionales hacia sistemas de base agroecológica a través del tiempo y el espacio. Ocurre en etapas, no necesariamente lineales y consecutivas, que comprenden aumentos en la eficiencia y paulatina sustitución del uso de insumos y prácticas convencionales, rediseño del sistema para restablecer funciones y procesos ecosistémicos, fortalecimiento de los vínculos directos entre quienes producen y quienes consumen los alimentos y la construcción de un nuevo sistema agroalimentario global basado en principios de equidad, participación, democracia y justicia social (Gliessman, 2016).

En su dimensión técnico-productiva, el proceso de transición puede orientarse en torno a dos pilares básicos a partir de los cuales se sustentan los procesos que aseguran el funcionamiento ecosistémico: la diversificación y el manejo del suelo (Marasas et al., 2012). La diversificación es un principio clave; sistemas complejos estructural y funcionalmente e insertos en matrices paisajísticas diversificadas responden mejor a patrones ambientales fluctuantes y permiten asegurar la producción de alimentos aun en condiciones desfavorables o extremas (Altieri, 2015; Nicholls et al., 2017; Tschardt et al., 2005).

La transición debe guiarse, además, por principios socioeconómicos y políticos que fortalezcan la capacidad de los grupos sociales para reaccionar y adaptarse a los cambios ambientales (Adger, 2000). Estos principios incluyen generar condiciones dignas de vida y trabajo, valorizar la importancia de las redes y movimientos sociales, fortalecer los procesos colectivos para la creación de prácticas comerciales justas y economías solidarias, contribuir al desarrollo de sistemas alimentarios locales, facilitar la creación conjunta de conocimiento e intercambio de saberes, promover el equilibrio en las relaciones de poder (Dumont et al., 2021; Giraldo y Rosset, 2021).

Si bien es cierto que las etapas de la transición no necesariamente se ajustan a una trayectoria ordenada, en general es más accesible la sustitución de insumos y prácticas que el rediseño del sistema para restablecer los procesos y funciones ecológicas (Marasas et al., 2012). De igual modo, el nivel de dificultad para la transición se relaciona con las escalas espaciales en las que ocurre el proceso. A escala predial, la transición puede ser más fácil, ya que las decisiones dependen directamente del productor y/o el núcleo familiar; en escalas superiores, las interacciones entre los procesos productivos y sociales se hacen más complejas y existe una mayor dependencia de las estrategias colectivas, las sinergias institucionales y las políticas públicas que condicionan el proceso (González de Molina y Caporal, 2013; van der Ploeg y Ventura, 2014). Además, a escala de paisaje, la transición y los rediseños enfrentan el desafío de planificar los usos del territorio, articulando las perspectivas e intereses de las organizaciones sociales, las instituciones y las políticas públicas, con el propósito de trascender las experiencias aisladas.

El proceso de expandir la agroecología, definido por Mier y Terán et al. (2018) como territorialización o escalamiento, implica la articulación de procesos institucionales y movimientos sociales para llegar a un número cada vez mayor de personas, en territorios cada vez más amplios. Los autores identificaron una serie de factores clave que impulsaron experiencias exitosas de escalamiento de la agroecología, que tienen en común el reconocimiento de una crisis como factor desencadenante de la búsqueda de alternativas. A partir de ahí son varios los elementos que interactúan para iniciar procesos de transformación: organizaciones sociales fuertes, prácticas agroecológicas efectivas, procesos de enseñanza/aprendizaje horizontales e inclusivos, discurso movilizador, aliados externos, mercados favorables, políticas favorables. Es importante reconocer que una transformación profunda no surge a partir de las políticas públicas o las instituciones, sino que se inicia y se sustenta desde las organizaciones y movimientos sociales.

En Uruguay, luego de una larga acumulación teórica y práctica desde el ámbito académico, institucional y de la sociedad civil (Gazzano y Gómez Perazzoli, 2017), se consolida en 2018 la ley n° 19.717, que sienta las bases para desarrollar el Plan Nacional para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas (IMPO, 2018). La ley establece una jerarquización de la agroecología como posible eje de transformaciones, con un fuerte énfasis en la producción familiar y el diseño de estrategias para la incorporación de prácticas agroecológicas, y potencia la pertinencia de realizar investigaciones que promuevan procesos de transición.

1.4. Preguntas de investigación

En función de la situación actual de la fruticultura en Uruguay, el trabajo pretende responder las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los niveles de resiliencia de los productores frutícolas en Uruguay?
- ¿Qué estrategias productivas, económicas y socioculturales de los productores frutícolas pueden explicar su permanencia en el sector?

- ¿Qué aspectos a escala territorial pueden contribuir con la transición agroecológica y el escalamiento en la fruticultura?
- ¿Cuál es la potencialidad de los elementos y estrategias identificados para orientar procesos de transición agroecológica?

1.5. Objetivos

El objetivo general del trabajo es indagar las estrategias de resiliencia de los productores frutícolas de Uruguay para orientar procesos de transición agroecológica. Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la vulnerabilidad climática de la fruticultura en Uruguay en relación con la concentración geográfica de la producción.
2. Evaluar y analizar los niveles de resiliencia de los sistemas frutícolas bajo estudio aplicando el IHR.
3. Identificar potencialidades territoriales para el desarrollo de la fruticultura en Uruguay.
4. Integrar los elementos identificados en la discusión de estrategias de transición agroecológica para la fruticultura en Uruguay.

1.6. Estrategia de investigación

La investigación se articula en etapas sucesivas orientadas al análisis de la resiliencia de los sistemas frutícolas y la discusión de posibles estrategias para la transición agroecológica. El abordaje fue de tipo cuantitativo, bajo una perspectiva de investigación distributiva y estructural, basada en la metodología de estudio de caso a escala local (Guzmán Casado et al., 2000).

El primer paso consistió en analizar la vulnerabilidad climática de la fruticultura. Se integraron en un SIG datos de daño por granizo y se analizó la relación de los niveles de daño con la ubicación geográfica de las unidades de estudio. El análisis se fundamenta en la definición de vulnerabilidad física adoptada por el IPCC, que refiere a la magnitud de los daños ocasionados en un sistema debido a un evento particular

como una función directa de la exposición al evento, la sensibilidad de los sistemas y su capacidad de adaptación (Brooks, 2003).

Posteriormente se buscó avanzar en la comprensión de la resiliencia de los sistemas frutícolas a través de la construcción, aplicación y análisis del IHR. Se diseñó un formulario de encuesta para relevar información que permitiera caracterizar el sistema en sus aspectos productivos, sociales y económicos. La encuesta se aplicó a una muestra de veintisiete productores seleccionados en función de los niveles de daño surgidos del análisis anterior. El trabajo de campo se llevó adelante en duplas, para lo cual se contó con el apoyo de estudiantes y docentes de Geografía Rural de la Licenciatura en Geografía (Facultad de Ciencias-Udelar).

A partir de las respuestas y mediante revisión bibliográfica, análisis de información secundaria y consulta con expertos en el área frutícola, se construyeron los indicadores de cada componente del IHR (amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta); la lista con los indicadores y su descripción se presenta en el anexo 1.

En esta etapa, la vulnerabilidad se considera un estado o una condición intrínseca del sistema, independiente de la ocurrencia de un evento en particular (Brooks, 2003), por lo que en la construcción de los indicadores se incluyeron características de diseño y manejo técnico predial, aspectos económicos y comerciales y las características propias de los productores que los hacen más o menos susceptibles frente a las diferentes amenazas. El marco conceptual de evaluación de la resiliencia mediante el IHR asume que la vulnerabilidad puede reducirse a través de la capacidad de respuesta, que considera los atributos que permiten a los sistemas reaccionar a las amenazas, así como anticiparse y adaptarse a los cambios (Altieri et al., 2012; Brooks, 2003).

Para identificar similitudes y diferencias entre productores en relación con las características que explican los niveles de resiliencia, se realizó análisis de clúster de los resultados de la aplicación del IHR. A partir de las características de los sistemas con bajos valores del índice de riesgo, e incorporando respuestas y observaciones surgidas de las encuestas, se discuten estrategias que orienten procesos de transición, fundamentalmente a escala predial. Las técnicas e instrumentos de análisis utilizados se describen en el capítulo correspondiente.

Finalmente, con el propósito de ampliar los criterios de discusión para la transición y el escalamiento de la agroecología, se analizó la combinación de variables biofísicas que posibilitan o facilitan el cultivo de frutales y se identificaron zonas alternativas para diversificar la producción en el territorio.

1.7. Esquema general de la tesis

La tesis se organiza en la modalidad de compendio de publicaciones de acuerdo con las normas del programa de Doctorado en Ciencias Agrarias. La estructura de la tesis comprende 6 capítulos; los resultados se presentan en tres artículos, dos de ellos publicados en revistas arbitradas y el tercero postulado y a la espera de evaluación.

Capítulo 2. Vulnerabilidad climática de la fruticultura en Uruguay. Se aborda en el artículo 1 publicado en la *Revista de la Facultad de Agronomía* de La Plata, que analiza y discute cómo la concentración geográfica de la producción de frutales explica la vulnerabilidad de los sistemas frente a eventos climáticos adversos (Linari, G., Gazzano, I. y Achkar, M. (2020). Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 119(2), 1-6. <https://doi.org/10.24215/16699513e062>).

Capítulo 3. Presenta una evaluación de la resiliencia de productores frutícolas de Uruguay a través del índice holístico de riesgo; se construyen indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta y se analiza la interacción entre las variables que los componen. Se aborda en el artículo 2, postulado a una revista arbitrada (artículo en revisión, *Revista Brasileira de Agroecologia*. <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia>).

Capítulo 4. Corresponde al artículo 3, publicado en *Agrociencia Uruguay*, donde se discute la potencialidad del territorio para un rediseño a escala de paisaje de la fruticultura en Uruguay (Linari, G., Gazzano, I. y Achkar, M. (2022). Potencialidad para la diversificación geográfica de la fruticultura de hoja caduca en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 26(NE3), 1-9. DOI: 10.31285/AGRO.26.956).

El capítulo 5 corresponde a la discusión y conclusiones generales. Se presenta el análisis y reflexiones sobre los principales resultados alcanzados.

El documento finaliza con las referencias bibliográficas y un anexo.

2. Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay¹

Gabriela Linari^I; Inés Gazzano^I; Marcel Achkar^{II}

^I Facultad de Agronomía – UdelaR. Departamento de Sistemas Ambientales, GA Agroecología.

^{II} Facultad de Ciencias – UdelaR. Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales.

2.1. Resumen

El cambio y la variabilidad climática afectará en forma negativa la producción y el acceso a alimentos saludables y diversos. En Uruguay, la fruticultura tiene un fuerte vínculo histórico con la producción de alimentos y la agricultura familiar. El principal destino de la cosecha es el consumo interno como fruta fresca y el 80% de la producción se realiza en predios familiares. La concentración geográfica del cultivo en el sur del país aumenta la exposición a la variabilidad climática y se considera uno de los factores que explican la vulnerabilidad. La producción total en 2013 fue la más baja desde 2005, atribuida a una tormenta de viento y granizo que afectó un 46% del total cultivado. Se analizó la vulnerabilidad climática de la fruticultura en Uruguay mediante la Intensidad de Daño, indicador calculado a partir de las pérdidas en la cosecha, y su relación con la concentración geográfica de la producción. La integración de las Intensidades de Daño en un SIG permitió identificar el patrón de distribución espacial del granizo, coincidente con el área de cultivo. Desde la Agroecología se discute una propuesta de diversificación a escala de paisaje como una estrategia para reducir la vulnerabilidad de la fruticultura en Uruguay, que permita, además, generar procesos de fortalecimiento de la soberanía alimentaria y la agricultura familiar.

Palabras clave: soberanía alimentaria; agricultura familiar; granizo; agroecología; diversificación

¹ Linari, G., Gazzano, I. y Achkar, M. (2020). Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 119(2), 1-6. <https://doi.org/10.24215/16699513e062>

2.2. Summary

Geographic concentration and climate vulnerability. The case of fruit production in Uruguay

Climate change and variability will negatively affect the production and access to healthy and diverse foods. In Uruguay, fruit growing has a strong historical link with food production and family farming. The main destination of the harvest is internal consumption as fresh fruit and the 80% of the production takes place in family farms. The geographical concentration of the production in the south of the country increases exposure to climatic variability and is considered one of the factors that explain vulnerability. Total production in 2013 was the lowest since 2005, attributed to a wind and hail storm that affected a 46% of the total cultivated. Climatic vulnerability of fruit growing in Uruguay was analyzed through Intensity of Harm, an indicator calculated from crop losses, and its relationship with the geographical concentration of production. Integration of Intensities of Harm in a GIS allowed to identify the pattern of spatial distribution of hail, coinciding with the area of cultivation. From Agroecology, it discusses a proposal for diversification at landscape scale as a strategy to reducing vulnerability of fruit production in Uruguay and allows the generation of strengthening processes to food sovereignty and family farming.

Key words: food sovereignty; family farming; hail; agroecology; diversification

2.3. Introducción

El cambio climático aparece como la expresión más visible del cambio global, entendido como el conjunto de alteraciones planetarias debidas a la intensificación de las actividades humanas, con impactos crecientes sobre los sistemas biofísicos y socioeconómicos (OMM - PNUMA, 1992).

El informe 2019 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2019) reitera los pronósticos de aumentos de la temperatura, modificación en los regímenes de lluvia y aumento de la frecuencia, intensidad y duración de eventos

extremos; si bien se maneja un cierto grado de incertidumbre, se advierte que el cambio y la variabilidad climática afectarán en forma negativa la producción y el acceso a alimentos saludables y diversos. Los impactos del cambio y la variabilidad climática sobre la agricultura son altamente dependientes del contexto local y los sistemas de producción, que determinan niveles diferentes de vulnerabilidad como resultado de la combinación de procesos naturales y socioeconómicos (Bidegain et al., 2013). La vulnerabilidad climática es una función directa de la interacción entre la exposición a eventos climáticos, la sensibilidad de los sistemas y su capacidad de adaptación, y se traduce en la incapacidad de un sistema de absorber los efectos de un impacto (Brooks, 2003; Adger, 2006; Nicholls Estrada et al., 2013). En los sistemas de producción, los daños por eventos climáticos extremos frecuentemente se trasladan a los ciclos siguientes y la recuperación es lenta (Altieri & Nicholls, 2013).

Una estrategia clave para reducir la vulnerabilidad es la diversificación, a escala predial o de paisaje. Varios trabajos bajo la perspectiva agroecológica demuestran que sistemas diseñados estructural y funcionalmente complejos e insertos en matrices paisajísticas diversificadas responden mejor a los cambios ambientales y permiten asegurar la producción de alimentos aún en condiciones climáticas desfavorables o extremas (Altieri, 2013, Altieri & Nicholls, 2013; Nicholls Estrada et al., 2013; Altieri et al., 2015; Andrade Quiñones & Hidalgo Nieto, 2017).

En Uruguay, la fruticultura se asocia al cultivo de especies de hoja caduca, fundamentalmente manzanas, peras y duraznos, que representan el 90% del área y la cosecha total (MGAP DIEA, 2016). La producción se concentra geográficamente en el sur, en función de las condiciones agroclimáticas favorables, a la proximidad al principal mercado consumidor y a factores culturales que responden al asentamiento original de los inmigrantes europeos que introdujeron el cultivo de frutales en el país. Históricamente asociada a la agricultura familiar y la producción de alimentos, más de un 80% del cultivo 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. Estos factores explican la importancia del sector frutícola en la soberanía alimentaria, en el arraigo de la población rural y, según Piñeiro & Cardeillac (2014), en la construcción de identidad cultural.

El proceso de intensificación iniciado en la década de 1990 ha resultado en la relativa especialización de los productores y una mayor concentración geográfica del cultivo.

El 24 de enero de 2013, en plena época de cosecha de frutales en Uruguay, un temporal de viento y granizo provocó daños de importancia en gran parte de la zona de producción. La cosecha total de ese año fue estimada en 79.000 toneladas por la Dirección de Estadísticas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP DIEA, 2014), un 20% por debajo del promedio de la década y la menor desde 2005. Las pérdidas económicas fueron cercanas a 70 millones de dólares americanos, evidenciando la vulnerabilidad climática de la fruticultura. El estado uruguayo respondió a la emergencia a través de subsidios a los costos productivos de la zafra, pero no se contabilizaron posibles costos adicionales para recuperar los cultivos afectados, disminuciones en rendimiento en ejercicios siguientes y consecuencias a nivel social, como la imposibilidad de recuperación de los productores con menor capacidad de adaptación.

El granizo es considerado uno de los eventos climáticos de mayor impacto para la producción de frutales, que afecta de manera diferente en función de la intensidad y época de ocurrencia (Caffera, 1985; AECI-MGAPAGROSEGURO, 2008; Ferrer et al., 2013). Es una variable de comportamiento incierto y difícil de pronosticar (Coronel, 2012; Banchero et al., 2015); generalmente asociado con fuertes vientos, el granizo ocurre en franjas definidas y localizadas que hacen imposible detectarlo con la tecnología disponible en el territorio uruguayo. 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. Investigaciones realizadas por Caffera (1985), AECI-MGAP-AGROSEGURO (2008) y Rijo & Santiñaque (2011) no brindan información concluyente sobre la distribución temporal y espacial del granizo en Uruguay.

Estudios sobre sensibilidad y capacidad adaptativa de la fruticultura en Uruguay, realizados por Ferrer et al. (2013), establecen que el aumento de la vulnerabilidad climática se asocia a la baja diversificación, la relativa especialización y la concentración geográfica de la producción.

Con el objetivo de analizar la vulnerabilidad climática en relación a la concentración geográfica de la fruticultura en Uruguay se determinaron los niveles de daño por el granizo de enero de 2013 y su patrón de distribución espacial. A partir de los resultados se plantean posibles estrategias de diversificación territorial que permitan reducir la vulnerabilidad de la fruticultura a estos eventos en el país desde la propuesta agroecológica.

2.4. Metodología

El área de estudio comprende aproximadamente 6.000 ha ubicadas en los departamentos de Montevideo, Canelones y San José, al sur de Uruguay, donde se concentra la superficie cultivada de frutales (figura 1).

Se analizó información proporcionada por la Dirección General de la Granja del MGAP sobre el porcentaje de afectación por el granizo de 2013, tomando en cuenta padrones² que cultivaron al menos una variedad de frutales de hoja caduca (FHC) en la zafra.

² El padrón es la unidad mínima de ordenamiento territorial en Uruguay.

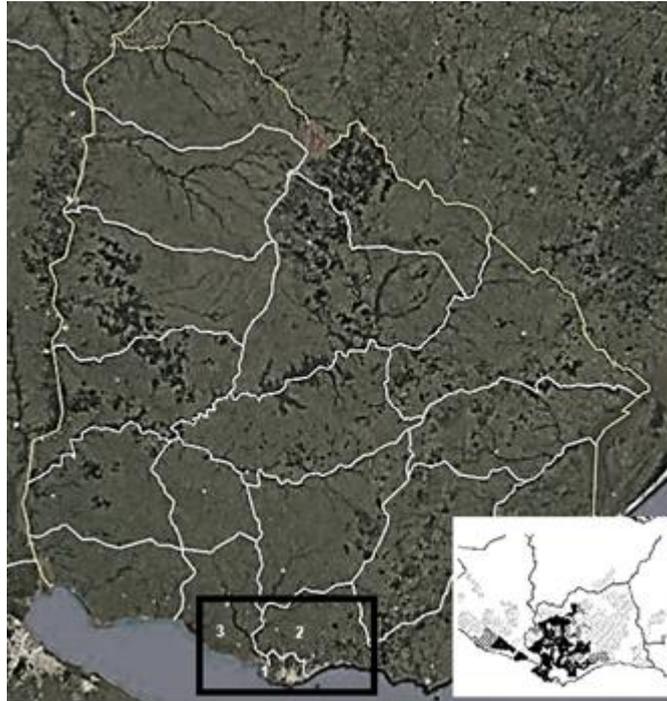


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y concentración de la superficie cultivada de frutales en los departamentos de Montevideo (1), Canelones (2) y San José (3). En base a MGAP DIEA (2015).

Para evaluar la vulnerabilidad se definió la Intensidad de Daño (ID), indicador que relaciona el porcentaje afectado con la superficie de cada padrón según la siguiente fórmula:

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

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 elaboraron cinco categorías de daño para la ID. 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, mientras que los costos varían entre especies y en función de la tecnología y las características de las unidades de producción; en promedio, los costos se ubican en el entorno de 40 – 60% de la cosecha (Caputi & Canessa, 2012). Se asume que ID mayores a 40 comprometen la capacidad

de cubrir los costos de producción de la zafra. Las categorías se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías de daño expresadas como Intensidad de Daño.

<i>Intensidad de Daño</i>	<i>Categoría de daño</i>
ID = 0	Sin daño
0 < ID > 15	Leve
15 < ID > 40	Moderado
40 < ID > 60	Severo
ID > 60	Muy severo

Para visualizar la distribución espacial del daño se construyó un SIG utilizando el software ArcGIS© (10.4). 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 ArcGIS (10.4.1) 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.

2.5. Resultados

Se analizaron 1.041 padrones que en la zafra 2013 cultivaron al menos una variedad de frutales de hoja caduca, ubicados en los departamentos de Canelones, Montevideo y San José. La superficie con frutales de hoja caduca en estos padrones fue 3.255 hectáreas, que corresponde a la mitad del total cultivado en la zafra en todo el país.

La superficie afectada con algún daño, desde leve a muy severo, fue 2.972 hectáreas, que significa el 46% del total cultivado en el país en 2013. De esta superficie, 1.982 hectáreas sufrieron daño severo y muy severo, y 990 hectáreas daño moderado y leve. Los datos porcentuales se muestran en la figura 2.

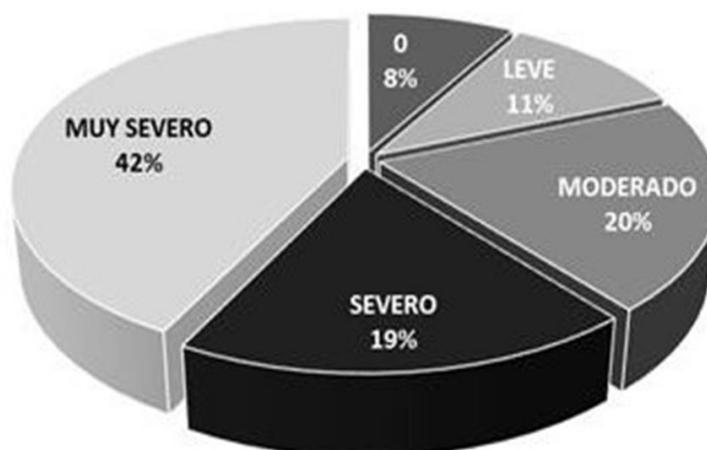


Figura 2. Proporción de superficie total afectada según categoría de daño.

La superficie afectada con daño severo y muy severo fue del 61% del total. Estos niveles de daño representan pérdidas superiores al 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 que presentaron daño muy severo (9% de la superficie), la ID fue 100, lo que significa pérdida total de la cosecha.

La distribución espacial del granizo, expresada por la espacialización de los niveles de daño, se muestra en la figura 3.

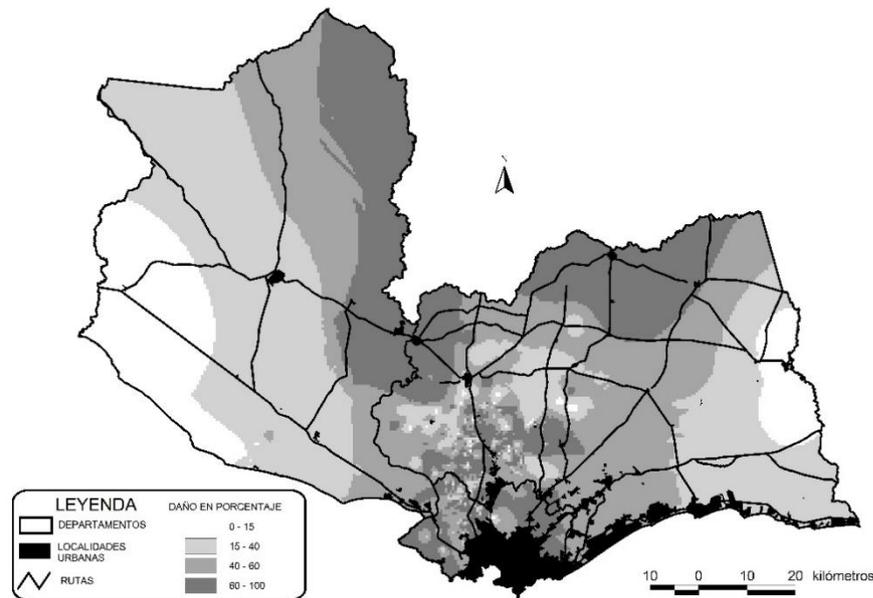


Figura 3. Distribución espacial del granizo a partir de los niveles porcentuales de daño.

En la figura se puede observar la distribución espacial del granizo, a partir de la ocurrencia de daño expresado como porcentaje. Las categorías de daño severo y muy severo se manifiestan en una franja de dirección norte-sur que abarca parte de los departamentos de Montevideo y Canelones. Esta distribución concuerda con el patrón de manifestación espacial del granizo y para este evento en particular coincide con la principal zona de producción de frutales en el país, que se observa en la figura 1.

2.6. Discusión

El daño ocasionado por el granizo de 2013 es una expresión de la vulnerabilidad climática de la fruticultura en Uruguay. La superficie dañada representó un 46% del total cultivado en el país y el 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. Adicionalmente, el análisis de este evento en particular

confirma que la concentración geográfica constituye un elemento que aumenta la vulnerabilidad.

La reducción de la vulnerabilidad climática constituye una prioridad estratégica para el MGAP desde 2010 (Oyhantçabal & Lindemann, 2013) y a partir de ese momento se han promovido diferentes estrategias de adaptación en base a la aplicación de tecnología o la adopción de instrumentos financieros como los seguros. Estas estrategias implican en general costos adicionales, que pueden comprometer la continuidad de los productores frutícolas de menor escala, como señalan Caputi & Canessa (2012) y Ferrer et al. (2013), y no consideran la integralidad y complejidad de los sistemas de producción. Adicionalmente, los seguros y subsidios son medidas que compensan parcialmente las pérdidas económicas, pero no generan estrategias adaptativas que permitan prevenir o reducir los efectos de eventos climáticos adversos.

A partir de un abordaje agroecológico, una alternativa para modificar las condiciones de vulnerabilidad identificadas, y que no necesariamente implica un aumento de costos productivos, se basa en implementar estrategias de rediseño que incorporen la diversificación a escala de paisaje. La posibilidad de instrumentar políticas de reordenamiento territorial de la producción puede modificar la concentración geográfica de la misma y constituir una respuesta frente a eventos climáticos severos, localizados e impredecibles.

Las temperaturas que se registran al sur de Uruguay constituyen un factor determinante en la regionalización de la producción frutícola. Sin embargo, en base a curvas tentativas de unidades de frío efectivas para el país ajustadas por Contarín Villa & Curbelo Bacci (1987), se pueden identificar potenciales zonas de producción alternativas a los departamentos donde se concentra la fruticultura, con condiciones adecuadas de temperatura para que la mayor parte de las variedades disponibles cumplan sus requerimientos de frío invernal. Asimismo, y considerando los aumentos de temperatura pronosticados por el IPCC (2019), es factible indagar la posibilidad de cultivar otras especies frutales o nuevas variedades de las ya cultivadas, adaptadas a los escenarios climáticos futuros.

Otro aspecto que históricamente ha condicionado la concentración geográfica de la fruticultura es la proximidad a Montevideo, mercado consumidor por excelencia, y

donde se ubica el principal centro de distribución de productos frescos para todo el país. Esta centralización implica elevados costos financieros y energéticos por traslados y fletes asociados a la distribución y un desacople entre consumidores y productores de alimentos. Identificar zonas alternativas de cultivo puede ser la oportunidad de promover y revitalizar mercados locales y circuitos cortos de comercialización que fortalezcan estrategias de soberanía alimentaria a partir del acceso a alimentos de calidad provenientes de la producción familiar.

2.7. Conclusiones

El daño generado por el granizo de 2013 es una expresión de la vulnerabilidad climática de la fruticultura en Uruguay, no solo por la superficie dañada sino por la intensidad de los daños, que en una elevada proporción comprometieron la posibilidad de cubrir los costos productivos de la zafra en los padrones afectados.

La espacialización de los niveles de daño totales permitió identificar un patrón de distribución del granizo que concuerda con la descripción del evento y que para este caso en particular coincidió con la principal zona de producción de frutales en el país. Para este evento se confirma que la concentración geográfica constituyó un factor de vulnerabilidad de la fruticultura.

Ante la falta de registros sobre intensidad o distribución espacial del granizo a nivel nacional, las ID calculadas a partir de las pérdidas de cosecha estimadas pueden considerarse un aporte para la caracterización del evento.

La diversificación a escala de paisaje se considera una estrategia de adaptación para la fruticultura, que contribuye a reducir la vulnerabilidad climática y, al mismo tiempo, fortalecer la producción familiar y la soberanía alimentaria.

Es necesario continuar profundizando la investigación para discutir propuestas que integren criterios productivos, económicos, sociales, culturales y políticos de transformación de la fruticultura nacional en el marco de la producción agroecológica.

2.8. Agradecimientos

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

2.9. Bibliografía

Adger, W.N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16: 268–281.

AECI – MGAP – AGROSEGURO. 2008. Estudio técnico para el desarrollo de mapas de riesgo para Uruguay. Montevideo. 152 pp.

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

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

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

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

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

Bidegain, M. C. Crisci, L. del Puerto, H. Inda, N. Mazzeo, J. Taks & R. Terra. 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. FAO. Montevideo. pp. 73-69.

Brooks, N. 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research. Working Paper 38. 16 pp.

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. & S. Canessa. 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. 89 pp.

Contarín Villa, S.E. & L.A. Curbelo Bacci. 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, Universidad de la República. Montevideo. 166 pp.

Coronel, A. 2012. Acerca de cómo funciona el sistema de alerta de tormentas. Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR 24: 28–30.

Ferrer, M., G. Camussi, M. Fourment, V. Varela, G. Pereyra, J. Taks, S. Contreras, P. Cobas, M. Mondelli, G. Cruz, L. Astigarraga & V. Picasso. 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. Montevideo pp: 188-201.

IPCC. 2019. Special Report on Climate Change and Land. Disponible en <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Último acceso: noviembre 2019.

MGAP DIEA. 2014. Encuesta Frutícola de Hoja Caduca. Zafra 2013. Serie Encuestas N° 317. Montevideo. 28 pp.

MGAP DIEA. 2015. Regiones agropecuarias del Uruguay. Montevideo. 38 pp.

MGAP DIEA. 2016. Encuesta frutícola. Zafra 2015. Serie Encuestas N° 332. Montevideo. 22 pp.

Nicholls Estrada, C.I., L.A. Ríos Osorio & M.A. Altieri (editores). 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. REDAGRES-CYTED. Medellín. 207 pp.

OMM – PNUMA. 1992. Cambio Climático: Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. Disponible en <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Último acceso: noviembre 2019.

Oyhantçabal, W. & T. Lindemann. 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 pp: 9-10.

Piñeiro D.E. & J. Cardeillac. 2014. Población rural en Uruguay. Aportes para su reconceptualización. Revista de Ciencias Sociales, DS-FCS 27 (34): 53-70.

Rijo, L. & F. Santiñaque. 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, Universidad de la República. Montevideo. 125 pp.

3. Niveles de resiliencia en productores frutícolas del sur de Uruguay³

Gabriela Linari^I, Marcel Achkar^{II}, Juan Burgueño^{III}, Inés Gazzano^{IV}

^I Departamento de Sistemas Ambientales, Grupo Agroecología. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Magister en Ciencias Agrarias. Doctoranda en Ciencias Agrarias Facultad de Agronomía Universidad de la República. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1059-0927>, e-mail: glinari@fagro.edu.uy

^{II} Docente del LDSGAT Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales Facultad de Ciencias Universidad de la República. Doctor en Ciencias Agronómicas ENSAT-INPT Toulouse Francia. Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-7082-8557>, email: achkar@fcien.edu.uy

^{III} Senior Scientist, Doctor en Estadísticas. International Maize and Wheat Improvement Center. Km. 45 Carretera México-Veracruz, Edo. de México, CP 56237, México. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1468-4867>, email: J.Burgueno@cgiar.org

^{IV} Profesora de Agroecología, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Doctora en Recursos Naturales y Sostenibilidad por la Universidad de Córdoba/España. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1959-7922>, email: igazzano@fagro.edu.uy

3.1. Resumen

La fruticultura en Uruguay enfrenta el desafío de mantener la producción de alimentos y promover la sustentabilidad en un contexto de disminución del número de productores e incertidumbre creciente. Se requiere identificar las estrategias de respuesta de los productores que configuran su resiliencia y su relación con la Agroecología. El objetivo del trabajo fue evaluar los niveles de resiliencia de productores frutícolas del sur de Uruguay a través del Índice Holístico de Riesgo (IHR) que combina amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta y el análisis de la relación entre sus componentes. El IHR promedio fue bajo y los valores similares entre

³ Artículo en revisión. Revista Brasileira de Agroecología. <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia>

productores. Los niveles de resiliencia fueron medio a alto. Las amenazas fueron fundamentalmente climáticas y la vulnerabilidad responde principalmente a factores económicos. La capacidad de respuesta se vincula con la experiencia, el conocimiento y la transmisión intergeneracional de saberes.

Palabras-clave: Riesgo, Vulnerabilidad, Respuesta, Estrategias agroecológicas.

3.2. Resumo

Níveis de resiliência em produtores de frutas no sul do Uruguai

A fruticultura no Uruguai enfrenta o desafio de manter a produção de alimentos e promover a sustentabilidade num contexto de diminuição do número de produtores e crescente incerteza. É necessário identificar as estratégias de resposta dos produtores que moldam a sua resiliência e a sua relação com a Agroecologia. O objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de resiliência dos produtores de frutas do sul do Uruguai por meio do Índice Holístico de Risco (IHR) que combina ameaça, vulnerabilidade e capacidade de resposta e a análise da relação entre seus componentes. O IHR foi médio e os valores semelhantes entre os produtores. Os níveis de resiliência foram médios a altos. As ameaças foram fundamentalmente climáticas e a vulnerabilidade responde principalmente a fatores económicos. A capacidade de resposta está ligada à experiência, ao conhecimento e à transmissão intergeracional de saberes.

Palavras-chave: Risco, Vulnerabilidade, Resposta, Estratégias agroecológicas.

3.3. Abstract

Resilience levels in fruit producers in southern Uruguay

Fruit growing in Uruguay faces the challenge of maintaining food production and promoting sustainability in a context of decreasing number of producers and growing uncertainty. It is necessary to identify the response strategies of the producers that configure their resilience and their relationship with Agroecology. The objective of the work was to evaluate the levels of resilience of fruit producers in southern Uruguay

through the Holistic Risk Index (IHR) that combines threat, vulnerability and response capacity and the analysis of the relationship between its components. The average IHR was low and the values similar between producers. Resilience levels were medium to high. The threats were fundamentally climatic and vulnerability responds mainly to economic factors. Response capacity is linked to experience, knowledge and the intergenerational transmission of knowledge.

Keywords: Risk, Vulnerability, Responsiveness, Agroecological strategies.

3.4. Introducción

La fruticultura en Uruguay aporta significativamente a la soberanía alimentaria y por sus características intrínsecas genera un fuerte vínculo de los productores con el entorno que promueve la permanencia de la población rural y el acceso a derechos, aspectos base en la construcción de una identidad que la distingue de otras producciones (Piñeiro y Cardeillac, 2014; Carámbula Pareja, 2015).

Entre 2002 y 2020 el número de productores frutícolas se redujo a la mitad (MGAP DIEA, 2003; Escanda, 2021). Cardeillac y Piñeiro (2017) lo atribuyen a una incapacidad de ajuste frente a contextos adversos, entre los que pueden mencionarse los impactos del cambio y la variabilidad climática, costos y rentabilidad, dificultades con la mano de obra y relevo generacional (Fúster Rebellato et al., 2011; Caputi y Canessa, 2012; Ferrer et al., 2013; Malán, 2016; Zoppolo et al., 2018; INIA, 2019).

El desafío de mantener la producción de alimentos y promover la sustentabilidad de la fruticultura requiere conocer los comportamientos adaptativos de los productores y las diversas estrategias de respuesta que les permiten enfrentar contextos cambiantes e inciertos (Piñeiro, s/f), para de este modo promover procesos de transición agroecológica hacia sistemas resilientes.

La resiliencia puede entenderse como la capacidad de aprender a vivir en y con la incertidumbre (Folke, 2006). Emerge como resultado de la interdependencia entre los componentes de los sistemas complejos que determinan su capacidad de adaptación, transformación, reorganización y recuperación, tanto frente a los impactos puntuales como a los continuos cambios del entorno (Walker et al., 2004).

La resiliencia es dependiente del contexto y de las características particulares de cada sistema (Cabell y Oelofse, 2012), permeadas por condiciones socioculturales, históricas y políticas que hacen relativamente dificultosa su evaluación. Son varios los antecedentes de investigación en agroecología que validan la utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) adaptado de Barrera et al. (2007) como dispositivo para evaluar los niveles de resiliencia (Altieri y Nicholls, 2013; Henao Salazar, 2013; Montalba et al., 2013; 2015; Altieri et al., 2015; Gazzano et al., 2015); se asume que

bajos valores de riesgo se corresponden con altos valores de resiliencia. El cálculo del IHR combina indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta.

Amenaza y vulnerabilidad son componentes interdependientes y mutuamente condicionantes. Mientras que la amenaza se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un evento desestabilizador, la vulnerabilidad es una predisposición intrínseca a sufrir daños debidos a la manifestación de la amenaza. El riesgo se configura cuando la amenaza se hace operativa sobre determinadas condiciones de vulnerabilidad (Wilches Chaux, 1993; Cardona, 2001).

La vulnerabilidad es una condición dinámica y multidimensional que involucra componentes biofísicos, tecnológicos, económicos, socioculturales y políticos propios de cada sistema (Adger, 2000; 2006; Walker et al., 2004; Folke, 2006) y puede ser reducida a través de la capacidad de respuesta. Esta respuesta implica la habilidad de transformación, ajuste y adaptación a los cambios ambientales (Walker et al., 2004); incluye los atributos, estrategias y manejos que aplican los productores para reducir el riesgo y recuperarse de los daños causados por eventos adversos (Altieri et al., 2015). El enfoque agroecológico promueve estrategias de respuesta organizacionales y técnico-productivas asociadas a las dimensiones de la agroecología (Ottmann y Sevilla Guzmán, 2004) que conducen a reducir los niveles de riesgo y en consecuencia aumentar los niveles de resiliencia.

El objetivo de la investigación fue evaluar los niveles de resiliencia de productores frutícolas del sur de Uruguay a través del IHR y el análisis de la relación entre sus componentes para identificar aspectos que contribuyan a aumentar la sustentabilidad de la fruticultura de hoja caduca desde la perspectiva agroecológica.

3.5. Metodología

El área de estudio se ubica al sur de Uruguay en parte de los departamentos de Montevideo y Canelones, en la principal zona de producción frutícola a nivel nacional (Figura 1). Fue definida en base a una selección de 27 predios con diferente grado de afectación por granizo según un estudio previo (Linari et al., 2020), mediante muestreo aleatorio estratificado.

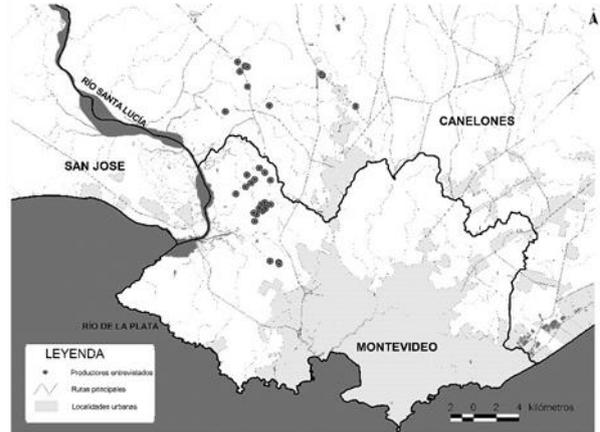
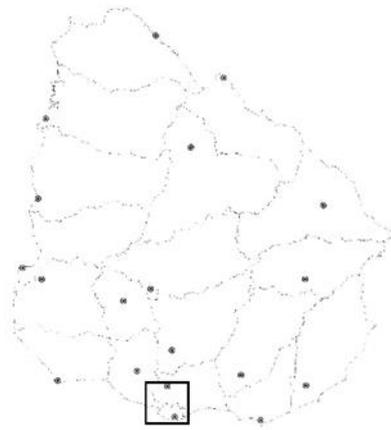


Figura 1. Área de estudio.

Fuente: Autores, 2023.

Para evaluar la resiliencia se utilizó el Índice Holístico de Riesgo (IHR) adaptado de Barrera et al. (2007), que integra indicadores de amenaza (A), vulnerabilidad (V) y capacidad de respuesta (CR), según la siguiente fórmula:

$$IHR = \frac{A * V}{CR}$$

Los indicadores fueron definidos en base a revisión bibliográfica y consulta con expertos en producción frutícola respecto a las principales variables que configuran el riesgo.

Para caracterizar la amenaza se tomaron en cuenta las variables climáticas que afectan la producción anual (frio invernal y déficit hídrico), y el granizo como efecto adverso puntual capaz de ocasionar daños de importancia (Zoppolo et al., 2018; Linari et al., 2020); las variables fueron valoradas a través del grado de afectación percibido por los productores en un lapso de 10 años. Se consideró además la percepción y opinión de los productores respecto a variables socioculturales relacionadas con el manejo predial y del entorno que pueden impactar negativamente sobre el sistema productivo.

Los indicadores de vulnerabilidad se basaron en los atributos característicos de los productores y de sus sistemas productivos que pueden condicionar la predisposición a sufrir daños, tanto por la manifestación de una amenaza puntual como por los continuos cambios físicos y socioeconómicos del entorno (Cardona, 2001; Córdoba Vargas et al., 2017).

La capacidad de respuesta buscó reflejar el conocimiento, la experiencia y la capacidad de los productores de aplicar estrategias para enfrentar el riesgo. Quedó configurada por indicadores de manejo agronómico y estrategias económicas y socioculturales tendientes a reducir los niveles de vulnerabilidad, resistir y recuperarse frente a impactos del entorno (Hena Salazar, 2013; Altieri et al., 2015).

Todos los indicadores se valoraron en una escala de 1 a 4, donde 1 es el peor y 4 el mejor valor según el componente evaluado. La toma de datos se realizó en el mes de mayo de 2019 mediante la aplicación de un formulario de encuesta socioproductiva.

El IHR se calculó promediando los indicadores de cada componente (A, V y CR) y se aplicó la fórmula a cada productor.

Para analizar similitudes y diferencias entre productores en cuanto a los niveles de riesgo se realizó un agrupamiento jerárquico aglomerativo aplicando distancia euclídeana y el método completo de agrupamiento. Se utilizó la instrucción `hclust` de la biblioteca `Vegan` (Oksanen et al., 2022) disponible en R (R Core Team 2023).

Con el propósito de evaluar la presencia de un patrón espacial de amenaza, vulnerabilidad, capacidad de respuesta y riesgo se analizó la autocorrelación espacial de cada una de estas variables, intentando identificar si existe asociación en que los valores de cada variable son similares a los valores en predios próximos. Para evaluar la autocorrelación espacial (AE) se utilizó el I de Moran (Moran, 1948) que esencialmente es el coeficiente de correlación de Pearson con una matriz de ponderación de ubicación espacial de cada caso en estudio. Para analizar la AE se trabajó con la distancia inversa, considerando todos los elementos que influyen en cada entidad; se trabajó con el software ArcGIS 10.4.

3.6. Resultados y discusión

Se definieron 21 indicadores: 5 de amenaza, 8 de vulnerabilidad y 8 de capacidad de respuesta, que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta para productores frutícolas del sur de Uruguay.

Componente	Indicador	Valor promedio
Amenaza (A)	- Riesgo potencial de granizo (AGR)	3.70
	- Afectación por falta de frío invernal (AHF)	3.44
	- Afectación por déficit hídrico (ADH)	2.67
	- Uso de colmenas y presión por plaguicidas (ACP)	2.11
	- Conflictos por estilos de manejo (AEM)	2.00
Vulnerabilidad (V)	- Inestabilidad en los rendimientos (VRE)	2.26
	- Comportamiento de la demanda (VCD)	2.93
	- Flexibilidad para adaptarse a las exigencias de los consumidores (VFX)	2.52
	- Variación de costos y rentabilidad (VRT)	3.63
	- Capacidad de trabajo (VMO)	2.00
	- Grado de conformidad con la actividad (VCA)	2.22
	- Intención y posibilidades de continuar con la actividad (VIP)	1.81
- Ingresos derivados de la actividad (VFI)	1.07	
Capacidad de respuesta (CR)	- Diversidad de frutales (RDP)	3.04
	- Cobertura del suelo (RMS)	2.85
	- Proporción de área regada (RRG)	2.81
	- Preparación frente a la vulnerabilidad (RPV)	2.78
	- Asistencia técnica (RAT)	2.07
	- Pertenencia a organizaciones (RPO)	2.11
	- Canales comerciales (RCO)	2.30
	- Experiencia en la producción (RCE)	3.85
Amenaza (A)		2.79
Vulnerabilidad (V)		2.31
Capacidad de respuesta (CR)		2.73
Riesgo (IHR)		2.36

Fuente: autores, 2023.

El IHR toma valores entre 1,29 y 3,92; los productores cubren un amplio rango de IHR, con una distribución uniforme dentro del rango.

Con el análisis de agrupamiento usando únicamente el riesgo se diferenciaron cuatro grupos y posteriormente se analizaron similitudes y diferencias de los componentes en los grupos formados (Figura 2 y Tabla 2).

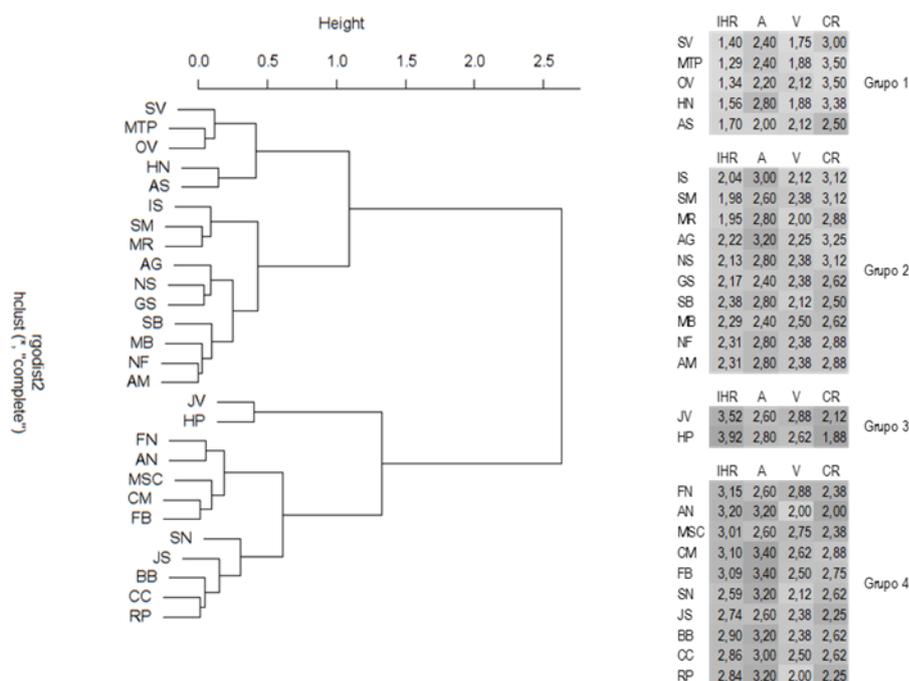


Figura 2. Dendrograma de agrupamiento de productores frutícolas del sur de Uruguay de acuerdo al riesgo (IHR) y valores medios de sus componentes (A: amenaza; V: vulnerabilidad; CR: capacidad de respuesta). En la columna de la izquierda se ubican los productores según su código de identificación.

Fuente: Autores, 2023.

Tabla 2. Comparación de medias de grupos de riesgo de productores frutícolas del sur de Uruguay. Medias seguidas de diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Grupo	IHR	A	V	CR
1	1.46 d	2.36 a	1.95 b	3.18 a
2	2.18 c	2.76 ab	2.29 b	2.90 ab
3	3.72 a	2.70 ab	2.75 a	2.00 b
4	2.95 b	3.04 a	2.41 a	2.48 b

IHR: riesgo; A: amenaza; V: vulnerabilidad; CR: capacidad de respuesta.

Fuente: Autores, 2023.

La amenaza resultó similar para todos los productores. Los indicadores con mayor valor son los que responden a las variables climáticas: “riesgo potencial de granizo”, “afectación por falta de frío” y “afectación por déficit hídrico”. Los productores encuestados mencionan al clima como el principal factor que afecta los rendimientos, particularmente la falta de frío invernal, y perciben que los efectos negativos de la variabilidad climática aumentarán en los próximos años. La aplicación de prácticas basadas en principios agroecológicos, tales como la diversificación y el manejo del suelo (Nicholls et al., 2015), adecuadas a las particularidades de los sistemas frutícolas, puede promover las estrategias de adaptación y respuesta frente a condiciones de variabilidad climática creciente.

Los indicadores de amenaza que refieren a posibles conflictos con vecinos por diferencias en los estilos de manejo y por dificultades con el uso de colmenas presentan valores bajos (2 y 2.11 respectivamente). Con excepción de un productor agroecológico, los restantes realizan producción integrada y es esperable que no ocurran conflictos relacionados con el manejo.

El grupo 1 es el de mayor resiliencia, con un valor de riesgo promedio de 1.46. Está formado por 5 productores cuya actividad principal es la fruticultura, con vulnerabilidad promedio baja y alta capacidad de respuesta (Figura 3).

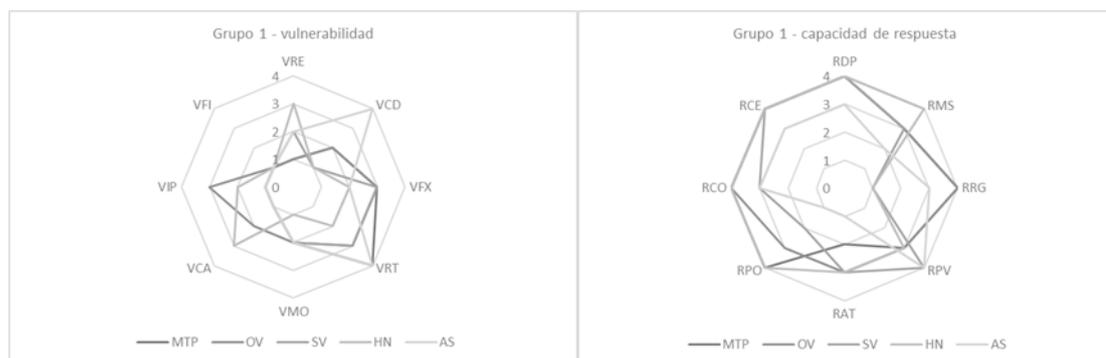


Figura 3. Vulnerabilidad y capacidad de respuesta de productores frutícolas de alta resiliencia del sur de Uruguay.
Fuente: Autores, 2023.

En la explicación de la vulnerabilidad juegan aspectos importantes como la variación de costos y rentabilidad y la flexibilidad de adaptarse a las exigencias de los

consumidores. Respecto a este indicador, los productores manifiestan que los consumidores exigen “la perfección” sin tomar en cuenta las características del proceso de producción. Estrategias propias de la agroecología, como el desarrollo de mercados locales y circuitos cortos de comercialización, pueden acercar los consumidores a los productores y los procesos de producción y así contribuir a reducir los valores de vulnerabilidad.

En cuanto a la capacidad de respuesta estos productores desarrollan estrategias productivas, comerciales y socioculturales acordes al enfoque y principios agroecológicos que les permiten enfrentar condiciones adversas. En lo productivo mantienen la cobertura del suelo en la entrefila con vegetación espontánea o siembra de abonos verdes y cultivan entre 3 y 4 especies frutales de hoja caduca; en lo comercial manejan más de tres canales comerciales, estrategias que apuntan a la diversificación, adaptación y autonomía. Desde el punto de vista sociocultural llevan “toda la vida” en la producción y por su experiencia y conocimientos se sienten preparados para enfrentar las adversidades y con fuertes intenciones de continuar en la actividad; cuentan con asistencia técnica individual y grupal, realizan intercambio entre pares e integran redes y organizaciones, con excepción del productor AS, el de mayor riesgo dentro del grupo.

El grupo 3 es el de menor resiliencia (IHR promedio de 3.72). Está conformado por dos productores con alta vulnerabilidad y baja capacidad de respuesta (Figura 4).



Figura 4. Vulnerabilidad y capacidad de respuesta de productores frutícolas de baja resiliencia del sur de Uruguay.

Fuente: Autores, 2023.

Ambos productores manejan una superficie productiva considerada baja (5 hectáreas), reciben asistencia técnica individual de manera esporádica, no pertenecen a organizaciones y comercializan la producción exclusivamente a través de comisionistas (terceros que se encargan de la venta mediante el cobro de una comisión); esta combinación de características contribuye parcialmente a explicar los valores de riesgo. Ambos se manifiestan poco preparados para enfrentar la vulnerabilidad y les cuesta recuperarse. HP, el productor de mayor riesgo, expresó que no pudo recuperarse completamente de los daños por una granizada de 2013, se siente completamente insatisfecho con la actividad y tiene escasas intenciones de continuar, fundamentalmente por las dificultades en afrontar los costos de producción. En el caso del productor JV la vulnerabilidad responde a aspectos económicos, como la variación de costos y el comportamiento de la demanda que condicionan su grado de conformidad con la actividad.

La mayor parte de los productores se ubican en dos grupos con niveles medios de resiliencia, cada uno conformado por 10 productores. Son productores con más de 20 años de experiencia en la producción y con tradición familiar; la fruticultura constituye la principal fuente de ingresos y manifiestan conocimiento del sector en aspectos productivos y comerciales; se muestran bastante conformes con el resultado de la actividad y expresan intenciones de continuar en el sector, a pesar de la incertidumbre respecto al relevo generacional (aspecto compartido por la producción familiar en general).

El grupo 2 puede considerarse de resiliencia media-alta, con menor vulnerabilidad y mayor capacidad de respuesta. La vulnerabilidad responde fundamentalmente al aumento de costos y la reducción en la demanda que afecta en forma negativa la rentabilidad, y alguna dificultad en adaptarse a las exigencias de los consumidores. Respecto a la capacidad de respuesta se destaca la trayectoria y experiencia en el sector, manejan una buena diversidad productiva con más de 3 especies frutales cultivadas, tienen riego en al menos 50% de la superficie cultivada y utilizan más de un canal comercial.

El grupo 4 es de resiliencia media-baja, por mayor vulnerabilidad y menor capacidad de respuesta. Estos productores se muestran vulnerables a cuestiones

económicas (aumento de costos, disminución de rentabilidad, disminución de la demanda), expresan dificultades para adecuarse a las exigencias de los consumidores y asociado a esto están medianamente conformes con el resultado de la actividad. La capacidad de respuesta se compone de la trayectoria y experiencia en la producción, el grado de preparación para enfrentar la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación con apoyos externos y de la familia.

En líneas generales, para todos los productores encuestados, la vulnerabilidad responde fundamentalmente a factores relacionados con costos y rentabilidad; otros factores mencionados en bibliografía, como dificultades con la mano de obra o incertidumbre respecto al relevo generacional no aparecen como importantes. Los productores destacan como aspectos positivos la experiencia y la transmisión intergeneracional de saberes, el gusto por la actividad, el estilo de vida y el conocimiento específico que les permite sentirse relativamente preparados frente a la vulnerabilidad y con capacidad de recuperación, donde se destacan los apoyos de la familia. La pertenencia a organizaciones como estrategia agroecológica solo aparece como importante en cuatro de los productores del grupo de mayor resiliencia (grupo 1), lo cual refleja la opinión general que expresan en la encuesta sobre el individualismo y la falta de organización del sector.

Con respecto a la autocorrelación espacial, trabajando con un nivel de confianza de 0.95 no se encontraron evidencias de patrones en la configuración espacial del riesgo ni de las variables que lo componen en la zona de estudio. La amenaza y la vulnerabilidad responden fundamentalmente a variables compartidas por todos los productores y la capacidad de respuesta se vincula fuertemente a la historia de vida de cada productor. En consecuencia, para este estudio en particular la ubicación del productor en el área de estudio no tuvo un peso importante en la explicación de la distribución del riesgo.

3.7. Conclusiones

Para los productores analizados el riesgo es similar y se ubica en niveles medio a bajo, lo que significa niveles medio a alto de resiliencia. El riesgo se explica fundamentalmente por la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta.

La principal amenaza es climática y similar para todos los productores. El diseño y manejo de los sistemas de producción basado en principios agroecológicos son capaces de generar estrategias de respuesta a condiciones de variabilidad climática creciente.

El análisis de agrupamiento permitió ubicar a los productores en cuatro grupos de riesgo; solo dos productores se ubican en el grupo de riesgo alto (baja resiliencia).

La vulnerabilidad está asociada fundamentalmente a aspectos económicos y productivos: costos crecientes, demanda y rentabilidad en disminución e inestabilidad en los rendimientos. Aparece también la relativa dificultad para adaptarse a las exigencias de los consumidores.

Dentro de la capacidad de respuesta se destacan aspectos de diseño predial, como la diversificación espacial y temporal de especies y cultivares de frutales de hoja caduca, y aspectos socioculturales como la experiencia en la producción, el conocimiento específico, el estilo de vida y la transmisión intergeneracional de saberes. La respuesta se asocia a principios agroecológicos capaces de orientar transiciones hacia una fruticultura más resiliente.

Como aspecto emergente del trabajo puede señalarse la identificación de elementos de respuesta relacionados a la dimensión sociocultural que en general no es considerada por las políticas públicas focalizadas al sector.

Los resultados son el punto de partida para un análisis más detallado sobre la relevancia de cada uno de los aspectos que configuran el riesgo y su importancia para la generación de estrategias agroecológicas de construcción de resiliencia.

3.8. Agradecimiento

A los estudiantes y docentes del curso Geografía Rural 2019 de la Licenciatura en Geografía (Facultad de Ciencias UdelaR) por su colaboración en el trabajo de campo y a los productores que gentilmente nos dedicaron su tiempo.

3.9. Referencias

ADGER, W. Neil. Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, v. 24, n. 3. p. 347-364, 2000.

ADGER, W. Neil. Vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16, p. 268–281, 2006.

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I. Agroecología y resiliencia el cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, v. 8, n. 1. p. 7-20, 2013.

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I.; HENAO, Alejandro; LANA, Marcos A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for sustainable development*, v. 35, n. 3, p. 869-890, 2015.

BARRERA, Juan F.; HERRERA, Joel; GÓMEZ, Jaime. Riesgo-vulnerabilidad hacia la broca del café bajo un enfoque de manejo holístico. In: BARRERA, Juan F.; GARCÍA, Armando; DOMÍNGUEZ, Víctor; LUNA, Cándido (Eds.). *La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques*. México: Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. 2007. p. 131-141.

CABELL, Joshua F.; OELOFSE Myles. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society*, v. 17, n. 1, 2012. Disponible en: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss1/art18/>>. Acceso en: 12 mar. 2023.

CAPUTI, Pablo; CANESSA, Santiago. 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. 2012. 89 p.

CARÁMBULA PAREJA, Matías. Imágenes del campo uruguayo en-clave de metamorfosis. Cuando las bases estructurales se terminan quebrando. *Revista de Ciencias Sociales*, v.2, n. 4, p. 109-138, 2015.

CARDEILLAC, Joaquín; PIÑEIRO, Diego. Cambios en la producción familiar y empresarial del Uruguay entre 2000 y 2011. El debate entre Lenin y Chayanov revisitado. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, v. 2, n.4. p. 109-138, 2017.

CARDONA A, Omar D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. “Una crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión”. In: *International work-conference on vulnerability in disaster theory and practice*. Wageningen, 2001.

CÓRDOBA VARGAS, Cindy A.; PRADILLA, Gonzalo; PIRACHICÁN, Estyben; LEÓN SICARD, Tomás E. Resiliencia de pequeños caficultores, desde el enfoque de las interacciones ecosistema – cultura (Anolaima, Cundinamarca – Colombia). In: NICHOLLS, Clara I; ALTIERI, Miguel A. (Eds.). *Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático*. SOCLA-REDAGRES. Berkeley, California. 2017. p. 18-29.

ESCANDA, M. Cecilia. Fruticultura de hoja caduca. Registro Nacional Frutihortícola 2020. In: *Seminario de actualización técnica en frutales de pepita 2021*. Serie Actividades de Difusión N° 798. Las Brujas: INIA Uruguay, 2021. p. 59-66.

FERRER, Milka; CAMUSSI, Gianfranca; FOURMENT, Mercedes; VARELA, Victoria; PEREYRA, Gustavo; TAKS, Javier; CONTRERAS, Soledad; CRUZ, Gabriela; ASTIGARRAGA, Laura; PICASSO, Valentín. La fruticultura frente a los efectos del cambio y la variabilidad climática. In: *Sensibilidad y capacidad adaptativa de la viticultura y la fruticultura frente al cambio climático*. Volumen VI. Resultado del proyecto FAO/TCP/URU 3302 Nuevas Políticas para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. Montevideo. p. 9-26. 2013.

FOLKE Carl. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 253-267, 2006.

FÚSTER REBELLATO, Félix A.; DE HEGEDÜS HETZEL, Pedro; GRAVINA TEJERA, María V. Tipología de subjetividades relacionadas con la baja adopción de tecnología en fruticultura. *Agrociencia Uruguay*, v. 15, n. 2. p. 158-163. 2011.

GAZZANO, Inés; ALTIERI, Miguel A.; ACHKAR, Marcel; BURGUEÑO, Juan. *Holistic Risk Index: A Case Study of Cattle Producers in the Protected Area of*

Farrapos Estuaries-Uruguay. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 39. p. 209-223, 2015.

HENAO SALAZAR, Alejandro. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los Andes Colombianos. *Agroecología*, v. 8, n. 1, p. 85-91, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA – INIA. Informe especial. El desafío de una fruticultura sostenible. Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola; Equipo del Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola; Equipo de Transferencia de Tecnología y Comunicación. *Revista INIA*, n.58, p. 37-51. Disponible en: <<https://www.ainfo.inia.uy>> Acceso en: 7 jul. 2023.

LINARI, Gabriela; GAZZANO, Inés; ACHKAR, Marcel. Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, v. 119, n. 2, p. 1-6, 2020.

MALÁN, Inés. La sucesión generacional en la fruticultura familiar de la región sur del Uruguay. Una mirada desde la perspectiva de género y generaciones. 2016. 224 p. Tesis (Maestría en Desarrollo Local) – Universidad Nacional de San Martín-Universidad Autónoma de Madrid, 2016.

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA, DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECURIAS – MGAP DIEA. Encuesta frutícola. Zafra 2002/03. Serie Encuestas N° 216. Montevideo, 2003. 44 p.

MONTALBA, René; GARCÍA, Marcia; ALTIERI, Miguel; FONSECA, Francisca; VIELI, Lorena. Utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) como medida de resiliencia socioecológica a condiciones de escasez de recursos hídricos. Aplicación en comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile. *Agroecología*, v. 8, n. 1. p. 63-70, 2013.

MONTALBA, René; FONSECA, Francisca; GARCÍA, Marcia; VIELI, Lorena; ALTIERI, Miguel. Determinación de los niveles de riesgo socioecológico ante sequías en sistemas agrícolas campesinos de la Araucanía chilena. Influencia de la diversidad cultural y la agrobiodiversidad. *Papers*, v. 100, n. 4. p. 607-624, 2015.

MORAN, Patrick A.P. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, v. 10, n. 2, p. 243-251, 1948.

NICHOLLS, Clara I.; ALTIERI, Miguel A.; VÁZQUEZ, Luis L. Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, v. 10, n. 1. p. 61 - 72, 2015.

OKSANEN, Jari et al. (PDF) vegan community ecology package version 2.6-2 April 2022. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/360782912_vegan_community_ecology_package_version_26-2_April_2022#fullTextFileContent> Acceso en: 3 feb. 2023.

OTTMANN, Graciela; SEVILLA GUZMÁN, Eduardo. Las dimensiones de la agroecología. In: *Manual de olivicultura ecológica*. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba. Proyecto Equal-Adaptagro. 2004. p. 11 – 26.

PIÑEIRO, Diego E. Caracterización de la producción familiar. s/f. Disponible en: <<https://www.upc.edu.uy/produccion-familiar?download=80:pineiro>> Acceso en: 12 mar. 2023.

PIÑEIRO, Diego E.; CARDEILLAC, Joaquín. Población rural en Uruguay. Aportes para su reconceptualización. *Revista de Ciencias Sociales*, v. 27, n. 34, p. 53-70, 2014.

WALKER, Brian; HOLLING, Crawford S.; CARPENTER, Stephen R.; KINZIG, Ann. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, v. 9, n. 2, 2004. Disponible en: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/2004>> Acceso en: 12 mar. 2023.

WILCHES CHAUX Gustavo. La vulnerabilidad global. In: MASKREY Andrew (Comp.). *Los Desastres No Son Naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 1993. p. 11 - 44.

ZOPPOLO, Roberto; CABRERA, Danilo; CONIBERTI, Andrés; UBERTI, Alison; SILVA SANTANA, Alice. Cosecha 2018: lejos de lo normal. *Revista INIA*, n. 53, p. 48-53, 2018.

4. Potential for the geographic diversification of deciduous fruit growing in Uruguay⁴

Linari, G.^I; Gazzano, I.^I; Achkar, M.^{II}

^I Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Sistemas Ambientales, Montevideo, Uruguay

^{II} Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Montevideo, Uruguay

4.1. Abstract

The deciduous fruit growing in Uruguay is geographically concentrated in the south and expresses a high climatic vulnerability that can compromise food sovereignty and the continuity of production units. The objective of the work was to identify geographic areas of the Uruguayan territory with potential for the development of deciduous fruit growing based on the main biophysical variables that condition production. The availability of cold and the suitability of the soils were considered and it was complemented with the distance to the main distributor market and distance to towns with more than 5,000 inhabitants. The variables were weighted and integrated into a GIS based on the greatest combination between them. It was identified that 35.6% of the territory presents a high and very high potential for the production of deciduous fruit trees, which provides elements to discuss agroecological transition proposals based on the geographical diversification of production.

Keywords: vulnerability, agroecological transition, food sovereignty

⁴ Linari G, Gazzano I, Achkar M. Potencialidad para la diversificación geográfica de la fruticultura de hoja caduca en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 2022; Volume 26 | Number NE3 | Article 956
DOI: 10.31285/AGRO.26.956. ISSN 2730-5066

4.2. Resumen

Potencialidad para la diversificación geográfica de la fruticultura de hoja caduca en Uruguay

El cultivo de frutales de hoja caduca en Uruguay se concentra geográficamente en el sur y expresa una elevada vulnerabilidad climática que puede comprometer la soberanía alimentaria y la continuidad de las unidades de producción. El objetivo del trabajo fue identificar áreas geográficas del territorio uruguayo con potencialidad para el desarrollo de la fruticultura de hoja caduca en base a las principales variables biofísicas que condicionan la producción. Se consideró la disponibilidad de frío y la aptitud de los suelos y se complementó con la distancia al principal mercado distribuidor y distancia a localidades de más de 5 mil habitantes. Las variables se ponderaron y se integraron en un SIG en función de la mayor combinación entre ellas. Se identificó que el 35.6% del territorio presenta un potencial alto y muy alto para la producción de frutales de hoja caduca, lo que aporta elementos para discutir propuestas de transición agroecológica basadas en la diversificación geográfica de la producción.

Palabras clave: vulnerabilidad, transición agroecológica, soberanía alimentaria

4.3. Resumo

Potencial de diversificação geográfica da fruticultura de caducifólias no Uruguai

O cultivo de árvores frutíferas caducifólias no Uruguai concentra-se geograficamente no sul e expressa uma elevada vulnerabilidade climática que pode comprometer a soberania alimentar e a continuidade das unidades produtivas. O objetivo do trabalho foi identificar áreas geográficas do território uruguaio com potencial para o desenvolvimento da fruticultura de caducifólias a partir das principais variáveis biofísicas que condicionam a produção. Foi considerada a disponibilidade de frio e a aptidão dos solos e foi complementada com a distância ao principal mercado distribuidor e a distância a centros povoados com mais de 5.000 habitantes. As variáveis foram ponderadas e integradas em um SIG com base na maior combinação entre elas. Identificou-se que 35,6% do território apresenta potencial alto e muito alto

para a produção de árvores frutíferas decíduas, o que fornece subsídios para discutir propostas de transição agroecológica a partir da diversificação geográfica da produção.

Palavras-chave: vulnerabilidade, transição agroecológica, soberania alimentar

4.4. Introducción

La fruticultura de hoja caduca en Uruguay se vincula con la producción de alimentos y la agricultura familiar; más del 80% se desarrolla en predios familiares y la mayor parte de la cosecha se destina al consumo interno como fruta fresca⁽¹⁾, aspectos que contribuyen a la soberanía alimentaria, el arraigo de la población rural y la construcción de identidad cultural. El 95% del área frutícola se ubica en el sur del país, en los alrededores del principal mercado consumidor (Montevideo y área metropolitana)⁽²⁾, zona que cuenta con una oferta de frío invernal adecuada a los requerimientos de las especies en producción y suelos aptos para el cultivo.

En las últimas dos décadas disminuye la superficie cultivada y el número de productores, fundamentalmente los de menor escala⁽¹⁾. Esta disminución se explica por un conjunto de factores, entre los que se pueden mencionar costos y rentabilidad, sucesión generacional y capacidad de adaptación y respuesta frente a los contextos cambiantes en que se desarrolla la producción⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Se observa además una relativa especialización productiva: el 50% del área cultivada corresponde a manzanas, que sumada a duraznos y peras ocupan el 90% de la superficie total⁽¹⁾.

La fruticultura es una producción altamente dependiente de la variabilidad climática. Los volúmenes anuales de cosecha tienen una estrecha relación con el comportamiento de la temperatura y la precipitación⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽¹⁾⁽⁸⁾; además, la ocurrencia de eventos climáticos severos no solo provoca impactos negativos inmediatos sobre los rendimientos, sino que traslada los efectos negativos a ciclos siguientes. Los escenarios climáticos futuros prevén para la región aumentos de la temperatura media, mayor variabilidad de las precipitaciones y aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos extremos⁽⁹⁾, que sumados a la variabilidad interanual característica de Uruguay⁽¹⁰⁾ aumenta los niveles de vulnerabilidad de la fruticultura nacional.

La vulnerabilidad climática de la fruticultura se ve incrementada por la concentración geográfica de la producción⁽⁵⁾⁽¹¹⁾. Cuando la ocurrencia de eventos extremos coincide con el área de cultivo se compromete la producción de alimentos y puede verse afectada la recuperación de la dinámica de la unidad productiva, reforzando la tendencia de disminución de los predios frutícolas y comprometiendo la base social que sustenta la actividad.

La diversificación geográfica es una estrategia clave para reducir la vulnerabilidad climática y fortalecer la soberanía alimentaria y la producción familiar. A escala de paisaje, la complejidad estructural y funcional de la matriz fortalece las interacciones que optimizan los procesos ecológicos y favorecen la estabilidad y resiliencia de los sistemas de producción⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾.

Desde un enfoque de ordenamiento territorial es necesario tener en cuenta que la regionalización de las actividades agrarias es resultado de la interacción de variables biofísicas, socioeconómicas y culturales, por lo que la propuesta de diversificación geográfica debe contemplar la mutua dependencia de los procesos productivos y sociales para determinar la potencialidad y posibles limitantes de los territorios para el desarrollo de la actividad⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾.

Ensamblar lo anterior requiere contar con una propuesta integral que contribuya a enfrentar las causas de insustentabilidad mencionadas, que en forma sinérgica con la concentración geográfica, los eventos extremos y la variabilidad climática contribuyen a la vulnerabilidad del sector.

Calle Collado et al.⁽¹⁹⁾ plantean que para lograr la transición agroecológica es necesario articular múltiples dimensiones: personales, ligadas a la motivación de los actores para la transformación; microsociales, que involucran manejos productivos y entramados de cooperación social que apuntan al logro de la sustentabilidad; ecoestructurales, que permitan cerrar los circuitos de circulación de flujos materiales, energéticos, sociales y económicos a través de circuitos cortos de producción y consumo; meso y macrosociales, que integran a lo anterior redes de cooperación social, instituciones y políticas públicas.

La propuesta agroecológica puede orientar esta transición, articulando las dimensiones ecológica y técnico-agronómica que considera el funcionamiento

ecológico relacionado a la transformación técnica para producir; la socioeconómica, que integra la participación en las propuestas de transformación de desarrollo local; y la sociocultural y política, donde articula los proyectos políticos para el logro del bienestar social⁽²⁰⁾.

El presente trabajo avanza en la dimensión ecológica y técnico agronómica. El objetivo es identificar y caracterizar áreas geográficas con potencialidad para el desarrollo de la fruticultura de hoja caduca a partir de la integración territorial de las principales variables biofísicas que condicionan la producción, junto con la distancia a la Unidad Agroalimentaria de Montevideo (UAM, principal centro distribuidor) y la distancia a localidades de más de 5.000 habitantes. La diversificación geográfica de la producción frutícola constituye un elemento central para discutir propuestas de transición agroecológica que reduzca los niveles de vulnerabilidad del sector, mejore el acceso a alimentos de calidad con menores costos y promueva mejoras en la calidad de vida de la población.

4.5. Materiales y métodos

Uruguay se encuentra en América del Sur en el Bioma Pampa, en la zona baja de la cuenca del Río de la Plata; su ubicación geográfica es 30° - 35° de latitud sur y 56° - 58° de longitud oeste. La superficie terrestre total del país es de 176.196 km² y cuenta con una población de 3.286.314 habitantes, de los cuales el 94,66% habita áreas urbanas⁽²¹⁾. El clima es templado y húmedo, con precipitaciones acumuladas anuales que varían entre 900 mm y 1.500 mm entre el oriente y el occidente del país, y temperaturas medias que varían entre 17 °C y 20 °C.

La mayor parte de la superficie del espacio agrario presenta una cobertura vegetal de pastizales naturales y un uso ganadero extensivo que ocupa más de 12 millones de hectáreas⁽²²⁾. Seguidamente, se destacan los cultivos de secano, cerealeros y oleaginosos, localizados fundamentalmente al oeste del país (principalmente la soja con aproximadamente 1 millón de hectáreas), y los cultivos de regadío al este (principalmente el arroz con aproximadamente 200.000 hectáreas). Además, se destaca una importante superficie destinada a la forestación de especies exóticas

(aproximadamente 1 millón de hectáreas), localizada mayoritariamente en el noreste y este del país⁽²⁾.

La producción de frutales de hoja caduca ocupa una superficie aproximada a las 5.400 hectáreas ubicadas mayoritariamente en el sur, en los departamentos de Montevideo y Canelones, seguidos por San José y Colonia y en menor medida en departamento de Salto (al norte del país)⁽¹⁾.

Para identificar áreas geográficas con potencialidad para la producción de frutales de hoja caduca se relevaron las principales variables biofísicas que inciden en la producción (disponibilidad de frío y aptitud de los suelos) y se complementó la información con la distancia a la UAM y a localidades de más de 5.000 habitantes. Las variables fueron ponderadas según su importancia relativa (tabla 1). La integración de las variables se realizó en base a sus atributos espaciales, para lo cual se trabajó en ambiente SIG, utilizando el software ArcGIS© (10.4).

Tabla 1. Ponderación de las variables que inciden en la potencialidad del territorio para la producción de frutales de hoja caduca

Variable	Ponderación
Disponibilidad de frío ⁽²³⁾	0.5
Suelos ⁽²⁴⁾	0.3
Distancia a UAM	0.1
Distancia a localidades más de 5.000 habitantes ⁽²¹⁾	0.1

El mayor peso se asignó a la disponibilidad de frío que se considera la variable más limitante para la producción de frutales de hoja caduca en el país. Se tomaron en cuenta las curvas tentativas de unidades de frío disponibles para todo el país⁽²³⁾.

La segunda variable en importancia corresponde a la aptitud de los suelos⁽²⁴⁾. Se consideraron los siguientes atributos con su correspondiente valor relativo: profundidad (0.3), drenaje (0.3), textura (0.2), acidez (0.1) y fertilidad (0.1).

La distancia a la UAM y a localidades de más de 5.000 habitantes, si bien son variables de importancia en la definición de la potencialidad, no se consideran limitantes para la producción.

Para la construcción del SIG se definió la estructura básica. La proyección utilizada fue el sistema WGS84, sistema de coordenadas tridimensionales que se emplea a nivel internacional; el elipsoide asociado es el IAG GRS 80(2), la proyección es UTM (Universal Transversal Mercator) con distancias en metros. Para representar el país se utilizó la zona 21 sur. La escala de detalle se organizó a partir de la cartografía de suelos CONEAT⁽²⁴⁾.

El detalle de las variables que se incluyeron en el SIG y los valores asignados se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Variables incluidas en el SIG y valores asignados

Variable	Descripción	Valor asignado
Disponibilidad de frío (unidades de frío)	Más de 900	3
	Entre 900 y 700	2
	Menos de 700	1
Profundidad del suelo	Profundos	3
	Medios	2
	Superficiales	1
Textura del suelo	Pesados	3
	Medios	2
	Livianos	1
Drenaje del suelo	Bueno a moderado	3
	Moderado a bueno	3
	Bueno algo imperfecto	2
	Moderado algo imperfecto	2
	Imperfecto a moderado	1
	Imperfecto a bueno	1
	Pobre a imperfecto	0
Acidez del suelo	Neutro	3
	Resto	0
Fertilidad del suelo	Alta y muy alta	3
	Media	2
	Baja	1
	Muy baja	0
Distancia a la UAM	Menos de 100 km	3
	Entre 100 y 300 km	2
	Más de 300 km	1
Distancia a localidades de más de 5.000 habitantes	Menos de 20 km	3
	Entre 20 y 40 km	2
	Más de 40 km	1

A partir de las variables integradas en el SIG se realizó un proceso de sistematización de la información, estandarización de las coberturas vectoriales y de las variables. El modelo se construyó a partir del mayor valor obtenido de la combinación lineal de las variables ponderadas⁽²⁵⁾. A partir de la sistematización del conjunto de la información y considerando su rango de variación se establecieron criterios de valoración estándar para todas las variables de tal forma que tomen 4 valores, entre 0 y 3 donde:

0 = situación de no aptitud para el desarrollo de la actividad, restricción limitante.

1 = poco apta.

2 = apta.

3 = muy apta.

4.6. Resultados y discusión

En la tabla 3 se detallan las superficies correspondientes a cada categoría de potencialidad para el cultivo de frutales de hoja caduca en función de las variables consideradas.

Tabla 3. Superficie (ha) y porcentaje del territorio apto para la producción de frutales de hoja caduca en función del potencial calculado

Potencial	Índice	Superficie (ha)	% del territorio
Nulo	0	8.247.571	46,7
Bajo	0.1- 1.5	639.431	3.6
Medio	1.6 – 2	2.494.153	14.1
Alto	2.1 – 2.5	3.931.801	22.2
Muy alto	2.6 – 3	2.357.965	13.4

La superficie total con potencial Muy alto alcanza 2.357.965 ha y la superficie correspondiente al potencial Alto es de 3.931.801 ha, lo que significa que el 35.6% del territorio uruguayo (algo más de 6 millones de hectáreas) presenta una buena aptitud para la producción de frutales de hoja caduca.

La figura 1 muestra la distribución de las principales variables que definen la potencialidad para la producción de frutales de hoja caduca en Uruguay.

Respecto a la disponibilidad de frío, la zona sur es la que presenta la mayor potencialidad para la fruticultura de hoja caduca. Se observa además, que en función de esta variable existen posibilidades de ampliar la actual zona de producción.

Al considerar las distancias a la UAM y a localidades de más de 5.000 habitantes también la zona sur es la de mayor potencialidad, definida fundamentalmente por la ubicación de las localidades urbanas en el país.

La aptitud de los suelos es la variable que presenta la mayor variación en el territorio.

La figura 2 muestra el análisis de la distribución espacial de la intensidad de uso del suelo, donde se utiliza el estadístico G_i^* optimizado de Getis-Ord⁽²⁶⁾ para identificar la variabilidad de las entidades espaciales en el contexto de las entidades vecinas, en agrupamientos estadísticamente significativos. Este procedimiento permite identificar regiones homogéneas en la distribución de la potencialidad para la producción de frutales de hoja caduca.

Figura 1. Distribución de las principales variables que definen la potencialidad para la producción de frutales de hoja caduca en Uruguay. A) Disponibilidad de unidades de frío⁽²³⁾. B) Rangos de distancias a UAM y localidades urbanas de más de 5.000 habitantes, en conjunto. C) Síntesis espacial de la potencialidad de los suelos para la producción frutícola⁽²⁴⁾. D) Detalle de la distribución espacial de la potencialidad para el cultivo de frutales de hoja caduca

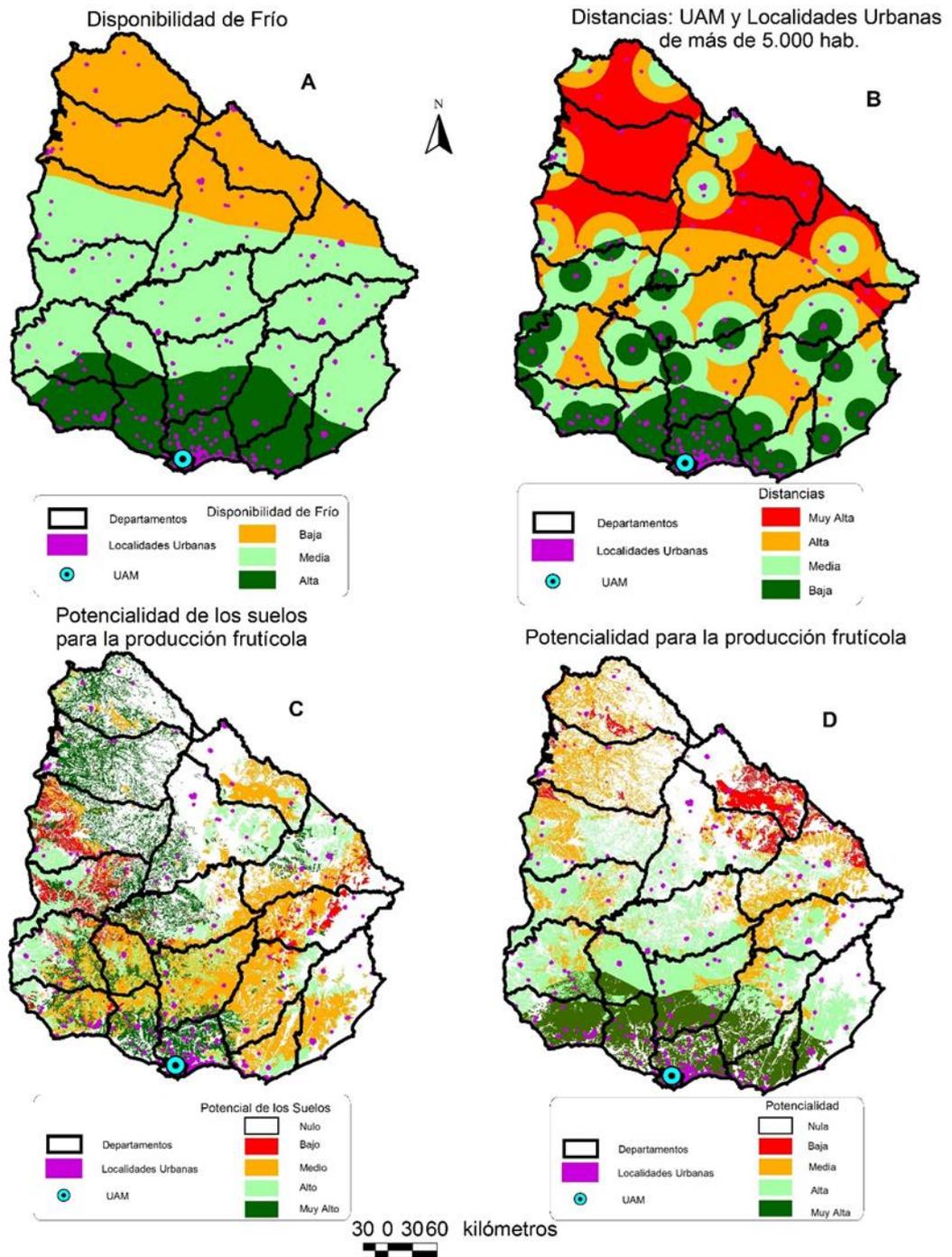
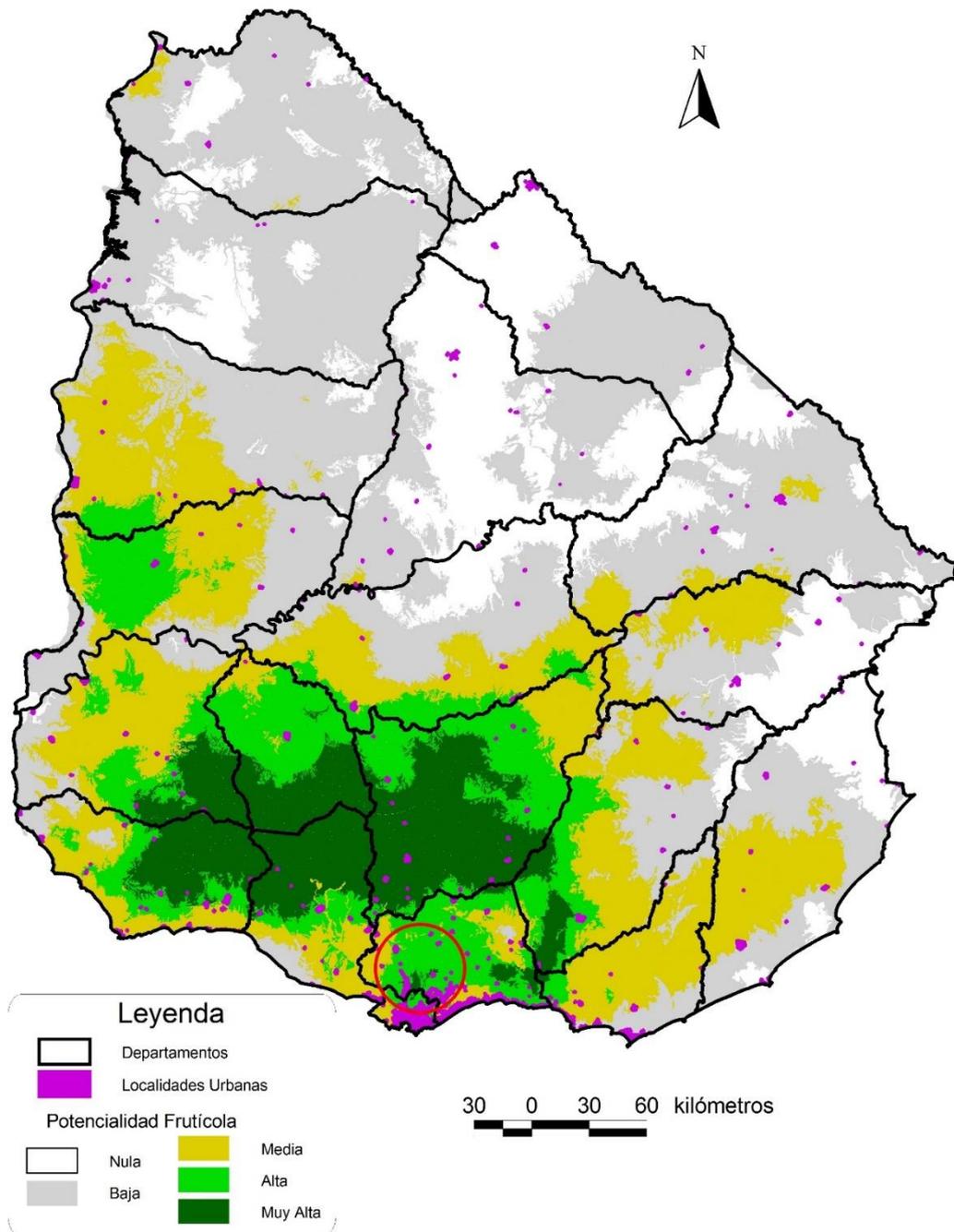


Figura 2. Potencialidad para la producción de frutales de hoja caduca en Uruguay



En la figura 2 se observa que la zona donde actualmente se desarrolla el 95% de la fruticultura de hoja caduca (señalada en el mapa) presenta una potencialidad media a alta en función de la integración de las variables consideradas en el modelo, y se puede identificar una zona con potencialidad muy alta como alternativa para diversificar la producción.

La diversificación geográfica es una estrategia clave para reducir la vulnerabilidad climática frente a eventos localizados y permite mejorar el funcionamiento ecosistémico a escala de paisaje, restableciendo procesos como la conservación de la diversidad, la regulación de plagas y la conservación de los recursos en general.

La disponibilidad de frío es el factor más limitante para la producción de frutales de hoja caduca. Si bien para definir la potencialidad se tomó en cuenta que la oferta de frío es suficiente para cubrir los requerimientos de las especies cultivadas en el país, es necesario considerar la variabilidad interanual del comportamiento de la temperatura y su relación con el rendimiento de los frutales. En este sentido, una propuesta de diversificación geográfica debe considerar además la disponibilidad actual de variedades con menores requerimientos de frío y el posible desarrollo de nuevas variedades adaptadas.

Con respecto a la aptitud de los suelos, la propuesta debe considerar el estado actual en función de la intensidad de uso y el manejo realizado que influyen en su conservación y el potencial que surge del modelo.

La inclusión en el modelo de la distancia a la UAM se fundamenta en que no es esperable (al menos en el corto plazo) que se modifique el actual patrón de logística y distribución de productos frescos. Si bien la producción de frutas de hoja caduca se localiza en un entorno cercano a la UAM, lo que supone costos de traslado relativamente bajos, la distribución al resto del país incrementa el precio final de los productos por fletes y comisiones. Identificar zonas aptas para la producción cercanas a localidades urbanas de más de 5 mil habitantes es una oportunidad para la generación de mercados locales desde los cuales se pueda mejorar el acceso de la población a alimentos de calidad con menores costos y una mayor relación entre productores y

consumidores, por lo que la diversificación geográfica es una estrategia de soberanía alimentaria.

Otro aspecto a tener en cuenta es el posible fortalecimiento de la agricultura familiar. La fruticultura tiene un componente importante de trabajo familiar y las características de la actividad, marcadas por ciclos largos y tareas distribuidas a lo largo del año, hacen que la mayor parte de los fruticultores residan en el predio donde desarrollan la producción. Es necesario indagar qué actividades llevan adelante los productores familiares de las zonas identificadas con potencial para el desarrollo de la fruticultura para discutir las posibles oportunidades y limitantes de la propuesta de diversificación.

Las alternativas de diversificación también pueden ser una oportunidad para la generación de empleo, elemento que requiere una revisión en profundidad. La fruticultura emplea una elevada cantidad de mano de obra zafra, pero los fruticultores se enfrentan cada vez más con la dificultad de la disponibilidad de trabajadores capacitados para las tareas.

En un contexto de ordenamiento territorial, la potencialidad identificada debe incorporar los niveles de organización social, los sistemas de gobernanza y las políticas públicas que promuevan y acompañen procesos de transición para la fruticultura.

La agroecología, por su integralidad, multidimensionalidad y niveles de organización puede ser un enfoque adecuado para orientar estrategias de transición a escala territorial.

4.7. Conclusiones

El estudio permitió identificar la potencialidad del territorio uruguayo para diversificar geográficamente la fruticultura de hoja caduca en función de las principales variables biofísicas, la concentración de la población y la distancia a mercados.

El mapa de potencialidad constituye una primera aproximación a las posibilidades de diversificar geográficamente la producción frutícola en Uruguay como punto de partida en la discusión de una propuesta de transición agroecológica.

La diversificación geográfica de la producción de frutales de hoja caduca es una estrategia para reducir la vulnerabilidad climática, promover la soberanía alimentaria y fortalecer la agricultura familiar.

La propuesta de transición para la fruticultura debe incorporar al modelo otras variables socioculturales y políticas que permitan profundizar la discusión.

4.8. Contribución de los autores

GL: recopilación de datos, análisis e interpretación y redacción del artículo; IG: contribución a la interpretación de los datos, revisión del artículo; MA: diseño del SIG y el modelo, contribución a la interpretación de los datos, revisión del artículo.

4.9. Transparencia de los datos

Datos disponibles. Todo el conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio fue publicado en el propio artículo.

4.10. Referencias

1. MGAP DIEA. Encuesta frutícola. Zafra 2015. Serie Encuestas N° 332. 2016. 22 pp.
2. Bertamini F, Bervejillo JE, Silva ME, Tommasino H. Regionalización agropecuaria según estructura del valor de la producción. 2016. Estudios de Economía Agraria y Ambiental. No. 15-03.
3. Caputi P, Canessa S. 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. 2012. 89 p.
4. Malán I. La sucesión generacional en la fruticultura familiar de la región sur del Uruguay. Una mirada desde la perspectiva de género y generaciones. 2016. Universidad Nacional de San Martín. Universidad Autónoma de Madrid. Tesis de Maestría en Desarrollo Local. 224 p.
5. Ferrer M, Camussi G, Fourment M, Varela V, Pereyra G, Taks J, Contreras S, Cobas P, Mondelli M, Cruz G, Astigarraga L, Picasso V. Sensibilidad y capacidad adaptativa de la viticultura y la fruticultura frente al cambio climático. 2013. 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: 188–201.

6. MGAP DIEA. Encuesta frutícola. Zafra 2008/09. Serie Encuestas N° 280. 2009. 28 p.

7. MGAP DIEA. Encuesta Frutícola de Hoja Caduca. Zafra 2013. Serie Encuestas N° 317. 2014. 28 p.

8. Zoppolo R, Cabrera D, Coniberti A, Uberti A, Silva Santana A. Cosecha 2018: lejos de lo normal. 2018. Revista INIA 53: 48- 52.

9. IPCC. Special Report on Climate Change and Land. 2019 [consultado 6 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/srccl/>.

10. Tiscornia G, Cal A, Giménez A. Análisis y caracterización de la variabilidad climática en algunas regiones de Uruguay. 2016. RIA 42 (1): 66-71.

11. Linari G, Gazzano I, Achkar M. Concentración geográfica y vulnerabilidad climática. El caso de la fruticultura en Uruguay. 2020. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2020) Vol 119 (2): 1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/16699513e062>

12. Tscharrntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan Dewenter I, Thies C. Landscapes perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystems service management. 2005. Ecology Letters 8: 857–874.

13. Perfecto I, Vandermeer J. Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate “land-sharing” frente a “land-sparing”. 2012. Ecosistemas 21 (1 – 2): 180–191.

14. Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA Editores. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. 2013. 207 p.

15. Andrade Quiñones YP, Hidalgo Nieto AM. La agroecología en la sabana del Meta. Eje de recuperación del equilibrio natural, familiar y social. 2017. Leisa 33 (2): 16–18.

16. León Sicard T, Mendoza Rodríguez T, Córdoba Vargas C. La estructura agroecológica principal de la finca (EAP): un nuevo concepto útil en agroecología. 2014. Agroecología 9 (1 y 2): 55-66.

17. Díaz I, Mello AL, Salhi M, Spinetti M, Bessonart M, Achkar M. Multiscalar land suitability assessment for aquaculture production in Uruguay. 2016. Aquaculture Research: 1-14.

18. Achkar M, Cantón V, Cayssials R, Domínguez A, Fernández G, Pesce F. Ordenamiento ambiental del territorio. 2005. Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Educación Permanente. 103 p.

19. Calle Collado Á, Gallar Hernández D, Candón-Mena J. (2014). Agroecología política: la transición social hacia sistemas agroalimentarios sustentables. 2014. Revista de Economía Crítica 16: 244-277.
20. Sevilla Guzmán E. La agroecología como estrategia metodológica de transformación social. 2004. España: Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba.
21. INE. Instituto Nacional de Estadísticas. Censo de población y vivienda. 2011 [consultado 6 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011>.
22. MGAP DIEA. Censo General Agropecuario 2011. Resultados definitivos. 2015. 142 p.
23. Contarín Villa SE, Curbelo Bacci LA. 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. 1987. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 166 pp.
24. MGAP. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Unidades de suelos CONEAT. 1994. MGAP-DGRNAR-CONEAT. 182 pp.
25. Malczewski, J. On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches. 2000. Transactions in GIS, 4 (1): 5-22.
26. Getis A; Ord JK. The Analysis of Spatial Association. 1992. Geogr. Anal. 24: 189–206.

5. Discusión general y conclusiones

Esta investigación se centró en evaluar la resiliencia de productores frutícolas e identificar elementos a considerar en el planteo de posibles estrategias para una transición agroecológica. La aplicación del IHR mostró niveles de resiliencia que parecen reflejar la situación actual de los productores frutícolas que permanecen en el sector: para veinticinco de los veintisiete productores estudiados, el riesgo se ubica en niveles medio y bajo y los valores se explican por la combinación de variables de vulnerabilidad y capacidad de respuesta.

La concentración geográfica característica de la fruticultura se confirmó como factor de vulnerabilidad climática, que puede considerarse estructural por las condiciones históricas en que se ha desarrollado la producción. La temperatura, particularmente la disponibilidad de frío invernal, unida a los factores histórico-culturales de producción y a la lógica de comercialización, son las principales condicionantes de la regionalización del cultivo; sin embargo, en los últimos años, la dinámica del sector ha resultado en una cada vez mayor concentración geográfica, que aumenta el grado de exposición de los sistemas a las amenazas climáticas y pone en riesgo la soberanía alimentaria. Como alternativa posible se discutió la potencialidad biofísica del territorio para la producción de frutales de hoja caduca, que, combinada con los atributos y estrategias agroecológicas de los sistemas, permite generar propuestas de diversificación a escala de paisaje.

El clima en Uruguay es limitante para los frutales de hoja caduca y los pronósticos de aumentos de la variabilidad climática para la región (IPCC, 2023) agravan las condiciones. Los productores entienden que el clima es el principal factor que afecta los resultados productivos y las amenazas climáticas son similares para todos, por lo que los niveles de resiliencia frente a la variabilidad climática se explican fundamentalmente por la combinación de variables de vulnerabilidad y de capacidad de respuesta.

Se diferenciaron cuatro grupos de riesgo, pero los valores del IHR no mostraron grandes diferencias entre productores y a la interna de cada grupo existen, para cada productor, distintas combinaciones de variables de vulnerabilidad y capacidad de

respuesta que explican su nivel de resiliencia. En términos muy generales, la vulnerabilidad obedece fundamentalmente a factores económicos, mientras que en la capacidad de respuesta son más importantes las trayectorias individuales de cada productor vinculadas a su experiencia, su conocimiento y el gusto por la actividad.

La vulnerabilidad se explica por aumento de los costos, fundamentalmente mano de obra e impuestos, y por aspectos relacionados con el comportamiento de la demanda, que condicionan el resultado económico de la actividad. Con respecto a la demanda, el consumo interno es reducido y por debajo de las recomendaciones de la OMS (Díaz y Lanfranco, 2019; Gómez Perazzoli, 2019); además, los productores entienden que existe un desconocimiento acerca de los procesos de producción y que las exigencias de los consumidores son cada vez mayores. Cambiar los hábitos de consumo requiere tiempo y el apoyo de políticas, entre las que cabe mencionar la Lista inteligente (<https://www.listainteligente.uy/>), que tiene el objetivo de informar sobre la oferta de frutas y verduras de estación que se encuentran en su momento óptimo por calidad y precio, o campañas del Instituto Nacional de Alimentación que impulsan el consumo de vegetales de menor tamaño o con algunos defectos estéticos, que no coinciden con los estándares de la población (FAO, 2023). La venta directa de frutas en el predio, ferias, canastas y mercados de cercanía son experiencias que se desarrollan positivamente en el país que promueven el acercamiento de productores y consumidores, estrategia propia de la agroecología.

La capacidad de respuesta se vincula con atributos socioculturales propios de cada productor y con estrategias productivas y comerciales acordes con principios agroecológicos que les permiten enfrentar las situaciones adversas. La experiencia en la producción aparece como el indicador más importante y se relaciona con el conocimiento específico y el gusto por la actividad, elementos característicos de la fruticultura en Uruguay. Seguramente es este conocimiento el que les permite ajustarse a las dificultades con la mano de obra o asumir la incertidumbre respecto al relevo generacional, indicadores que en este trabajo no aparecieron como relevantes en la evaluación del riesgo.

Desde el punto de vista del diseño y manejo de los sistemas, se destacan la diversidad de frutales y el manejo de la cobertura del suelo. La diversidad de frutales,

fundamentalmente a través del escalonamiento temporal de variedades, es una estrategia que pretende racionalizar las tareas y abarcar un mayor período de oferta; refleja la habilidad de los productores de combinar las especies y variedades que se adaptan a los objetivos y manejos de su sistema y a las exigencias del mercado. Respecto al manejo del suelo, los productores que presentan mejores niveles de resiliencia coinciden en mantener la cobertura herbácea en las entrefilas de los frutales, práctica que contribuye con varios principios agroecológicos tales como la eficiencia en el flujo de energía y el ciclo de nutrientes, la diversificación, el aumento de las interacciones y sinergias y el fortalecimiento general del sistema (Nicholls et al., 2017).

Un elemento a destacar de la capacidad de respuesta es la proporción de superficie predial bajo riego, que muestra la predisposición de los productores a adoptar medidas de adaptación. Sin embargo, en el reciente y prolongado déficit hídrico, las fuentes de agua no fueron suficientes para afrontar la amenaza y gran parte de los productores agotaron sus reservas hídricas en pleno período productivo (Cortelezzi et al., 2023). Las soluciones pueden implicar acciones colectivas para una gestión compartida del agua y necesariamente requieren fortalecer los procesos asociativos, principio clave de la agroecología. Este es un aspecto a trabajar, ya que entre los fruticultores existe una opinión general respecto al individualismo que los caracteriza y a la dificultad de asociarse, a pesar de la pertenencia a organizaciones.

Un desafío importante para la transición agroecológica de la fruticultura es reconocer las particularidades de la producción. Se trata de cultivos permanentes, con ciclos de vida que superan los diez años, en los cuales las condiciones en que ocurre el ciclo anual son determinantes para los resultados de ese año y para el siguiente. En general, los productores tienen predisposición a adoptar prácticas y medidas que les permitan proteger su inversión, considerando las posibles barreras referidas a costos, rentabilidad en el corto plazo o cambios profundos en la toma de decisiones y la lógica de funcionamiento. A escala predial, parece haber una mayor facilidad si se empieza por soluciones técnicas, como la sustitución y racionalización del uso de insumos. Existen valiosos avances en la generación de tecnología que incluyen el manejo de plagas y enfermedades, manejo del suelo y de las plantas, así como el desarrollo y

validación de variedades adaptadas y frutales nativos (INIA, 2019). Sin embargo, los rediseños planteados para restablecer la funcionalidad y las sinergias plantean un mayor desafío y posibles dificultades (González de Molina y Caporal, 2013; Wezel et al., 2014); hay que tener en cuenta que para los rediseños se necesita tiempo y que la investigación muchas veces no acompaña los tiempos productivos. Por otro lado, las propuestas de aumentar la diversidad cultivada como estrategia agroecológica deben ajustarse a los objetivos del productor, evaluar superficies mínimas y arreglos que faciliten el manejo predial y aseguren un piso de cosecha que, en función de la estructura de costos, haga viable económicamente al sistema.

Cuando se piensa en la diversificación geográfica, además de considerar la potencialidad biofísica del territorio, es necesario identificar la disponibilidad de infraestructura, mano de obra, conocimiento y posibles arreglos institucionales a nivel local, lo que excede los objetivos de este trabajo. Los factores que explican la resiliencia predial pueden tomarse como punto de partida en transiciones a escala de paisaje (Altieri, 2016; van der Ploeg y Ventura, 2014), articulando las variables externas y los atributos de los sistemas, sobre todo los relacionados con la dimensión sociocultural. El conocimiento, la experiencia y la capacidad de aprendizaje contribuyen al anclaje local de los sistemas y fortalecen estrategias de organización social capaces de promover los usos diversificados de los territorios.

Fuera de la zona sur existen 151 ha cultivadas, en su mayoría con duraznos (MGAP, 2023), seguramente por sus menores exigencias en temperatura, lo que puede tomarse como un antecedente de posibilidades de diversificación. Sin embargo, trascender las experiencias aisladas requiere de una base social fuerte, capaz de contribuir con el desarrollo de sistemas alimentarios locales donde se rompa la dinámica actual del mercado, sin desconocer que la lógica de comercialización, infraestructura y servicios ha evolucionado en función de la principal zona de producción.

A modo de conclusiones generales y con base en la evolución más reciente del sector, es válido afirmar que existe una crisis de sustentabilidad en la fruticultura uruguaya. Sin embargo, como expresan Mier y Terán et al. (2018), aunque el reconocimiento de la situación puede ser el desencadenante de una transformación, no

es suficiente por sí mismo. El desafío de sostener la producción de alimentos, el cuidado del ambiente y la equidad social requiere identificar y analizar los retos y las oportunidades a considerar en un proceso de transición agroecológica.

Parece claro que las principales dificultades para avanzar en la transición están en los rediseños de los sistemas y en los aspectos socioculturales y políticos que trascienden la escala predial. Como ya fue mencionado, es necesario contar con más investigación relativa a la incorporación de diversidad en los predios, sus beneficios funcionales y posibles dificultades en los manejos. Desde el punto de vista sociocultural, es imprescindible valorizar el conocimiento específico de los productores respecto a aspectos productivos y estrategias de resiliencia que les aseguran cumplir con los objetivos del sistema y que, en general, no son tenidos en cuenta en la generación de políticas públicas.

Los resultados de este trabajo permiten considerar que el IHR es un dispositivo adecuado para evaluar los niveles de resiliencia de productores frutícolas de Uruguay. Se considera necesario validar y ponderar el peso de cada una de las variables que integran el índice para tener resultados más ajustados en investigaciones futuras. Para la diversificación geográfica de la producción, es necesario complementar la potencialidad biofísica del territorio con las oportunidades, barreras, mercados favorables y disponibilidad de infraestructura y servicios a escala local, así como posibles arreglos institucionales y políticas de ordenamiento territorial y de estímulo a la producción y consumo de alimentos agroecológicos.

Se deben considerar, además, las fortalezas y motivaciones personales de los productores para llevar adelante procesos de transición, en el entendido de que la transformación solo ocurriría efectivamente desde abajo y a partir del fortalecimiento de la organización social, acompañando la formulación de políticas públicas con la posibilidad de generar estrategias de intercambio de conocimientos entre pares como fuente de aprendizaje.

De este trabajo emergen algunos elementos que han sido poco considerados en las interpretaciones sobre la sustentabilidad de la fruticultura en Uruguay. Para la evaluación de la resiliencia, se generó un conjunto de indicadores que permitió identificar no solo los factores que hacen vulnerables a los productores, sino

fundamentalmente las estrategias de respuesta, que son las que les permiten sobreponerse y permanecer en contextos de adversidad e incertidumbre.

Las fortalezas individuales de los productores, junto con la identificación de zonas potenciales para diversificar geográficamente la fruticultura, aportan un encuadre novedoso y un posible insumo a incorporar en el Plan Nacional de Agroecología y en la articulación con gobiernos locales para la generación de políticas públicas de ordenamiento territorial.

Existe valiosa información sobre los aspectos técnico-agronómicos de la producción que es necesario acompañar con el análisis de experiencias agroecológicas exitosas, fortalecer el diálogo continuo con los productores para generar investigación cercana a la realidad productiva y que responda a sus necesidades y promover estrategias de extensión y asistencia técnica que contemplen las particularidades de cada situación.

Como reflexión final, queda planteado el desafío de continuar desarrollando las capacidades de investigación y formación en resiliencia y transición agroecológica para la fruticultura, junto con el fortalecimiento de las organizaciones sociales para llevar adelante procesos de transformación hacia sistemas agroecológicos.

6. Referencias bibliográficas

- Ackermann, M. N. y Cortelezzi, A. (2018). Estimación de los requerimientos de empleo en el sector agropecuario. En MGAP-OPYPA, *Anuario 2018* (pp. 485-499).
- Ackermann, M. N. y Díaz, A. (2022). Frutales de Hoja Caduca: situación y perspectivas. En MGAP-OPYPA. *Anuario 2022* (pp. 299-315).
- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347-364.
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16, 268-281.
- Altieri, M. A. (2015). *Agroecology: Key Concepts, Principles and Practices*. Third World Network y Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). <https://www.fao.org/agroecology/>
- Altieri, M. A. (2016). *Developing and promoting agroecological innovations within country program strategies to address agroecosystem resilience in production landscapes: a guide*. SGP, Technical Report. <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/02/latest-version-guidance-note-GEF-SGP.pdf>
- Altieri, M. A., Funes Monzote, F., Henao, A., Nicholls, C. I., León Sicard, T., Vázquez, L. y Zuluaga, G. (2012). *Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos* [documento de trabajo]. Redagres.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia el cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2020). Agroecology: challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 204-215.
- 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*, 35(2), 869-890.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I. y Montalba, R. (2014). El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *Leisa*, 30(1), 5-8.

- Barrera, J. F., Herrera, J. y Gómez, J. (2007). Riesgo-vulnerabilidad hacia la broca del café bajo un enfoque de manejo holístico. En J. F. Barrera, A. García, V. Domínguez y C. Luna (eds.), *La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques* (pp. 131-141). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur.
- Berkes, F. (2007). Understanding Uncertainty and Reducing Vulnerability: Lessons from Resilience Thinking. *Natural Hazards*, 41(2), 283-295.
- Berkes, F. Colding, J. y Folke, C. (2003). Introduction. En F. Berkes, J. Colding, C. Folke (eds.), *Navigating socialecological systems: Building resilience for complexity and change* (pp. 1-31). New York, Cambridge University Press.
- Brooks, N. (2003). *Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework*. Tyndall Centre for Climate Change Research. Working Paper 38.
- Cabell, J. F. y Oelofse, M. (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society*, 17(1), 18. <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss1/art18/>
- Caporal, F. R. (2013). Agroecología: ciencia para agriculturas más sostenibles. *América Latina en Movimiento*, 487, 6-10.
- 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]. FAO.
- Carámbula Pareja, M. (2015). Imágenes del campo uruguayo en-clave de metamorfosis. Cuando las bases estructurales se terminan quebrando. *Revista de Ciencias Sociales*, 36, 17-36.
- Cardona, O. D. (2002). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. «Una crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión»* [informe técnico]. <https://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/>
- Casas, A. (1984). La fruticultura uruguayana. En Banco de Seguros del Estado, *Almanaque 1984* (pp. 142-147).

- Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR. (2011). *Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas agropecuarios del Uruguay* [informe final]. Comisión Nacional de Fomento Rural.
- Cortelezzi, A., Rava, C., Gutiérrez Silva, S., Mila, F., Gorga, L., Laguna, H., Barboza, N. y Ackermann, M. N. (2023). *Impactos del déficit hídrico 2022-2023 en la producción agropecuaria*. MGAP OPYPA. <https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2023/estudios/1/e1web/1EImpactos.pdf>
- de Torres, M. F., Arbeletche, P. y Sabourin, E. (2018). Agricultura familiar en Uruguay: reconocimiento y políticas públicas. *Raíces*, (38)1, 116-128.
- Díaz, A. y Lanfranco B. (2019). ¿Qué factores afectan el consumo de manzanas y peras en Uruguay? *Revista INIA*, 57, 61-66.
- Dumont, A. M., Wartenberg, A. C. y Baret, P. V. (2021). Bridging the gap between the agroecological ideal and its implementation into practice. A review. *Agronomy for sustainable development*, 41(3), 1-17.
- Escanda, M. C. (2021). *Fruticultura de hoja caduca*. Registro Nacional Frutihortícola 2020. INIA. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacionAINFO-62566.aspx>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2023. 3 de abril). *Del desafío a la oportunidad: hábitos alimentarios y precio de las frutas y verduras*. [https://www.fao.org/uruguay/noticias/detail/en/c/1636077/#:~:text=El%20promedio%20de%20consumo%20de,Unidad%20Agroalimentaria%20de%20Montevideo%20\(UAM\)](https://www.fao.org/uruguay/noticias/detail/en/c/1636077/#:~:text=El%20promedio%20de%20consumo%20de,Unidad%20Agroalimentaria%20de%20Montevideo%20(UAM))
- 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 FAO, *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).

- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. y Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4). <https://www.jstor.org/stable/26268226>
- Gastó, J., Vera, L., Vieli, L. y Montalba, R. (2009). Conceptos unificadores para la sustentabilidad de la agricultura: Elementos teóricos para el desarrollo de la agroecología. En M. A. Altieri (ed./comp.), *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (pp. 12-43). SOCLA. www.agroeco.org/socla
- Gazzano, I. y Gómez Perazzoli, A. (2017). Agroecology in Uruguay. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3-4), 380-400.
- Giraldo, O. M. y Rosset, P. M. (2021). Principios sociales de las agroecologías emancipadoras. *Seção especial – Territorialización de la agroecología*, 58, 708-732.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187-189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>
- Gómez Perazzoli, A. (2019). Uruguay: país productor de alimentos para un sistema disfuncional. *Agrociencia Uruguay*, 23(1), 1-9. ISSN electrónico 2301-1548.
- González de Molina, M., Caporal, F.R. (2013). Agroecología y política. ¿Cómo conseguir la sustentabilidad? Sobre la necesidad de una agroecología política. *Ecología*, 8(2), 35-43.
- Guzmán Casado, G. I., González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. (coord.). (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundiprensa libros.
- Hernández, C., Methol, M. y Cortelezzi, A. (2018). Estimación de pérdidas y daños por eventos climáticos extremos en el sector agropecuario. En MGAP OPYPA, *Anuario 2018* (pp. 559-568).

- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Holling, C. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, 4, 390-405.
- Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales (IMPO). (2018). Ley n° 19.717 *Declaración de interés general y creación de una Comisión Honoraria Nacional y Plan Nacional para el fomento de la producción con bases agroecológicas*. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19717-2018>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2019). El desafío de una fruticultura sostenible: Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola. *Revista INIA*, 58, 37-51.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2023). Summary for Policymakers. En Core Writing Team, H. Lee y J. Romero (eds.), *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 1-34, doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.00. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Marasas, M., Cap, G., De Luca, L., Pérez, M. y Pérez, R. (2012). *El camino de la Transición agroecológica*. INTA.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2016). *Resolución n° 1.013/016 MGAP. Definición del Productor Familiar Agropecuario*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-1013016-mgap-definicion-del-productor-familiar-agropecuario#:~:text=Se%20considera%20Productor%20o%20Productora,expuestos%20en%20la%20presente%20resoluci%C3%B3n.>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2023). *Registro Nacional Frutihortícola [informe preliminar 2023]*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/informe-anual-2023-del-registro-nacional-frutihorticola>

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Oficina de Estadísticas Agropecuarias (MGAP-DIEA). (2016). Encuesta frutícola de hoja caduca: Zafra 2016. *Serie Encuestas n.º 338*.
- Mier y Terán, M., Giraldo, O. F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B., Rosset, P., Khadse, M. y Campos, A. (2018). Bringing agroecology to scale: Key drivers and emblematic cases. *Journal Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 637-655.
- Nicholls, C. I., Henao, A. y Altieri, M. A. (2017). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- Piñeiro, D. E. y Cardeillac, J. (2014). Población rural en Uruguay. Aporte para su reconceptualización. *Revista de Ciencias Sociales* 27(34), 53-70.
- 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.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan Dewenter, I. y Thies, C. (2005). Landscapes perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystems service management. *Ecology Letters*, 8, 857-874.
- Tommasino, H., Cortelezzi, A., Mondelli, M., Bervejillo, J. E. y Silva Carrazzone, M. E. (2014). Tipología de productores agropecuarios: caracterización a partir del Censo Agropecuario 2011. En MGAP OPYPA, *Anuario 2014* (pp. 491-508).
- van der Ploeg, J. D. (2014). Diez cualidades de la agricultura familiar. *Leisa*, 29(4), 6-8.
- van der Ploeg, J. D. y Ventura, F. (2014). Heterogeneity reconsidered. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 23-28.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R. y Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J. F., Ferrer, A. y Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 1-20.

- Wezel, A., Gemmill Herren, B., Bezner Kerr, R., Barrios, E., Rodrigues Gonçalves, A. L. y Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>
- Wilches Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (comp.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-44). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Zoppolo, R., Cabrera, D., Coniberti, A., Uberti, A. y Silva Santanta, A. (2018). Cosecha 2018: lejos de lo normal. *Revista INIA Uruguay* 53, 48-53.

7. Anexo

7.1. Indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta para productores frutícolas del sur de Uruguay

Componente	Indicador	Descripción	Escala
Amenaza	1. Riesgo potencial de granizo	Combina el grado de afectación por granizo y la importancia asignada al evento por parte de los productores.	1. Muy bajo o nulo 2. Bajo 3. Medio 4. Alto y muy alto
	2. Afectación por falta de frío invernal	Grado de afectación asignado por los productores.	1. Poco o nada afectado 2. Afectación baja 3. Afectación media 4. Afectación alta
	3. Afectación por déficit hídrico	Grado de afectación asignado por los productores.	1. Poco o nada afectado 2. Afectación baja 3. Afectación media 4. Afectación alta
	4. Uso de colmenas y presión por plaguicidas	Integra la utilización de colmenas y el control químico de plagas en función del manejo. Se asume que dentro del predio el control químico se realiza de forma tal que afecte mínimamente a las colmenas.	1. Utiliza colmenas, no aplica plaguicidas, no tiene problemas de plagas 2. Utiliza colmenas, aplica plaguicidas, leves problemas de plagas 3. No utiliza colmenas, aplica plaguicidas, leves problemas de plagas 4. No utiliza colmenas, aplica plaguicidas, severos problemas de plagas
	5. Conflictos por estilos de manejo	Expresa posibles conflictos y afectación por el estilo de manejo de los vecinos.	1. Comparte el estilo de manejo con sus vecinos 2. No comparte el estilo de manejo con los vecinos pero no le afecta 3. No comparte el estilo de manejo con los vecinos y le afecta 4. Existe conflicto entre el manejo propio y el de los vecinos
Vulnerabilidad	6. Inestabilidad en los rendimientos	Considera los rendimientos prediales en los últimos 10 años en función de todas las variables que manejan los productores.	1. Los rendimientos aumentan 2. Los rendimientos se mantienen 3. Los rendimientos disminuyen 4. Los rendimientos disminuyen considerablemente

Componente	Indicador	Descripción	Escala
Vulnerabilidad	7. Comportamiento de la demanda	Expresa el conocimiento de los productores respecto al comportamiento de la demanda en los últimos 10 años.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La demanda aumenta 2. La demanda se mantiene 3. La demanda es variable 4. La demanda disminuye
	8. Flexibilidad para adaptarse a las exigencias de los consumidores	Considera posibles desacoples en la relación productor/consumidor en los últimos 10 años.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los consumidores son menos exigentes 2. Los consumidores son más exigentes, puede cumplir las exigencias con sus capacidades actuales 3. Los consumidores son más exigentes, cumplir las exigencias implica ajustes en su sistema 4. Los consumidores son más exigentes, cumplir las exigencias le resulta muy difícil
	9. Variación de costos y rentabilidad	Asociada a la estructura de costos de cada sistema en los últimos 10 años.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los costos disminuyen, la rentabilidad aumenta 2. Los costos disminuyen, la rentabilidad se mantiene 3. Los costos aumentan, la rentabilidad se mantiene 4. Los costos aumentan, la rentabilidad disminuye
	10. Capacidad de trabajo	Se relaciona con la capacidad de trabajo propia y la disponibilidad y costo de la mano de obra idónea. Se asume que la mano de obra permanente implica un mayor compromiso del trabajador y que la mayoría de los predios contratan mano de obra zafral para tareas puntuales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mano de obra exclusivamente familiar 2. Mano de obra familiar y contratada permanente 3. Mano de obra familiar y contratada zafral 4. Mano de obra exclusivamente contratada, permanente o zafral
	11. Grado de conformidad con la actividad	Expresa la conformidad del productor con la actividad que realiza, con independencia de la edad o las opciones de relevo generacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Completamente satisfecho 2. Satisfecho, con aspectos a mejorar 3. No satisfecho pero continúa por razones económicas 4. Completamente insatisfecho

Componente	Indicador	Descripción	Escala
Vulnerabilidad	12. Intención y posibilidades de continuar con la actividad	Combina la capacidad de trabajo del productor en función de su edad, las posibilidades de que la producción continúe en manos de la familia y la intención de continuidad. El límite de edad se ubica en 60 años por la proximidad a la edad de retiro.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Productor menor de 60 años, con relevo generacional y firmes intenciones de continuar en la actividad 2. Productor menor de 60 años, sin relevo generacional y escasas intenciones de continuar en la actividad 3. Productor mayor de 60 años, con relevo generacional y fuertes intenciones de continuar en la actividad 4. Productor mayor de 60 años, sin relevo generacional y escasas intenciones de continuar en la actividad
	13. Ingresos derivados de la actividad	Se asume que si la principal fuente de ingresos es la fruticultura es una fortaleza para sostener la producción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La principal fuente de ingresos prediales proviene de la fruticultura 2. La principal fuente de ingresos prediales proviene de otras producciones, la fruticultura es un complemento 3. La principal fuente de ingresos es extrapredial, los ingresos permiten sostener la producción frutícola 4. Los ingresos prediales y extraprediales no alcanzan para sostener la producción frutícola
Capacidad de respuesta	14. Diversidad de frutales	Expresa la diversificación espacial como estrategia de respuesta, con énfasis en las especies de hoja caduca.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 a 2 especies de hoja caduca 2. 1 a 2 especies de hoja caduca + otros frutales 3. 3 a 4 especies de hoja caduca 4. 3 a 4 especies de hoja caduca + otros frutales
	15. Cobertura del suelo	Expresa el grado de conservación del suelo en función del manejo y su relación con la diversidad,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herbicida total 2. Herbicida en la fila, laboreo en entrefila

Componente	Indicador	Descripción	Escala
Capacidad de respuesta	16. Proporción de área regada	La disponibilidad de fuentes de agua para riego está implícita en la respuesta.	3. Herbicida en la fila, cobertura en entrefila 4. No aplica herbicida, cobertura en entrefila, siembra abonos verdes
	17. Preparación frente a la vulnerabilidad	La respuesta refleja la capacidad de enfrentar las adversidades y los apoyos con los que cuenta para recuperarse.	1. Poco preparado, le resulta difícil recuperarse 2. Poco preparado, se recupera con apoyos externos y/o de la familia 3. Preparado, se recupera con apoyos externos y/o de la familia 4. Preparado, se recupera con apoyo de organizaciones, vecinos y familia
	18. Asistencia técnica	Se valora el grado de apertura al diálogo con técnicos y pares y a la incorporación de conocimientos.	1. Sin AT 2. AT individual 3. AT grupal 4. AT individual, grupal e intercambio entre pares
	19. Pertenencia a organizaciones	Refleja el grado de integración a redes y organizaciones como una estrategia de respuesta característica de la agroecología.	1. No pertenece a organizaciones o grupos de productores 2. Integra cooperativa 3. Integra alguna organización o grupo de productores 4. Integra una o más organizaciones o grupos de productores y cooperativa
	20. Canales comerciales	Expresa la diversificación de canales comerciales como una estrategia de adaptación y autonomía.	1. Solo un canal, depende de comisionista 2. Solo un canal, no depende de comisionista 3. Más de un canal, al menos un depende de comisionista 4. Más de un canal, no depende de comisionista
	21. Experiencia en la producción	Valora el conocimiento específico y la transmisión intergeneracional de saberes. Se asume que los años en la actividad y la trayectoria familiar dan un valor importante al conocimiento específico.	1. Productor reciente, con o sin trayectoria familiar 2. Productor con de 10 a 20 años en la actividad, sin trayectoria familiar 3. Productor con 10 a 20 años en la actividad, con trayectoria familiar

4. Productor con más de
20 años en la actividad,
con o sin trayectoria
familiar
