

# Variabilidad Climática y Huertas Mapuche-Pewenche: Prácticas de adaptación en tiempos de cambio en los Andes del Sur de Chile\*

## Climate Variability and Mapuche-Pewenche homegardens: Adaptation practices in times of change in the southern Andes of Chile

GERMÁN SCHLICHT\*\*

CARLA MARCHANT\*\*\*

PAULA RODRÍGUEZ\*\*\*\*

CAMILO OYARZO\*\*\*\*\*

SANTIAGO KAULEN\*\*\*\*\*

JOSÉ TOMÁS IBARRA\*\*\*\*\*

\* Artículo que forma parte de la tesis de pregrado del primer autor, financiada por ANID/FONDECYT Regular 1231664 y 1240070. Trabajo desarrollado en la Escuela de Geografía, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\*\* Laboratorio de Estudios Territoriales LabT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007); Co-Laboratorio ECOS (Ecosistema - Complejidad - Sociedad), Centro de Desarrollo Local (CEDEL) & Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Campus Villarrica, Pontificia Universidad Católica de Chile, Villarrica, Chile, [germanschlicht1@gmail.com](mailto:germanschlicht1@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0008-6806-4162>.

\*\*\* Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007); Laboratorio de Estudios Territoriales LabT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, [carla.marchant@uach.cl](mailto:carla.marchant@uach.cl). <https://orcid.org/0000-0002-4040-8372>. (Correspondiente).

\*\*\*\* Programa de Doctorado en Geografía, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile; Laboratorio de Estudios Territoriales LabT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007), Valdivia, Chile, [parodriguez6@uc.cl](mailto:parodriguez6@uc.cl). <https://orcid.org/0000-0002-3059-1951>.

\*\*\*\*\* Laboratorio de Estudios Territoriales LabT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007); Co-Laboratorio ECOS (Ecosistema - Complejidad - Sociedad), Centro de Desarrollo Local (CEDEL) & Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Campus Villarrica, Pontificia Universidad Católica de Chile, Villarrica, Chile, [camilo.oyarzo.barria@gmail.com](mailto:camilo.oyarzo.barria@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-5384-0669>.

\*\*\*\*\* Laboratorio de Estudios Territoriales LabT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007); Co-Laboratorio ECOS (Ecosistema - Complejidad - Sociedad), Centro de Desarrollo Local (CEDEL) & Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Campus Villarrica, Pontificia Universidad Católica de Chile, Villarrica, Chile, [santiagokaulen@gmail.com](mailto:santiagokaulen@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-7684-3237>.

\*\*\*\*\* Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales & Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile; Laboratorio Natural Andes del Sur de Chile (ANID/ NEL123LN0007); Co-Laboratorio ECOS (Ecosistema-Complejidad-Sociedad), Centro de Desarrollo Local (CEDEL) & Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Villarrica, Región de La Araucanía, Chile; Centro Internacional Cabo de Hornos para Estudios de Cambio Global y Conservación Biocultural (CHIC), Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile, [jtbarra@uc.cl](mailto:jtbarra@uc.cl). <https://orcid.org/0000-0002-7705-3974>.

## Resumen

La agricultura familiar de montaña es un reservorio de memoria biocultural que integra conocimientos, prácticas y creencias vinculadas a su territorio. No obstante, la alta dependencia del clima hace a esta actividad especialmente vulnerable a la variabilidad climática actual. Este estudio analiza las prácticas de adaptación en huertas familiares *mapuche-pewenche* del Sur de los Andes, mediante un enfoque metodológico mixto predominantemente cualitativo. Los resultados revelan percepciones locales de estrés térmico y fisiológico en cultivos, junto con una creciente escasez hídrica, y 17 prácticas adaptativas agrupadas en dos categorías (conservación y uso eficiente del agua, y gestión agrícola-espacial). Estas prácticas emergen tanto desde la memoria biocultural como desde la articulación con otros sistemas de conocimiento (e.g., extensionismo estatal). Destacamos el rol clave de la memoria biocultural en la construcción de sistemas socioecológicos adaptativos, así como la necesidad de políticas públicas consensuadas con pueblos indígenas y comunidades locales para la adaptación y apropiación local de estas.

**Palabras clave:** prácticas de adaptación, memoria biocultural, agricultura familiar, variabilidad climática, Cordillera Pewenche.

## Abstract

Mountain family farming has developed a biocultural memory that integrates knowledge, practices, and beliefs linked to their territory. However, the high dependence on climate makes these groups of farmers particularly vulnerable to climate variability. This study analyses adaptation practices in *Mapuche-Pewenche* family home gardens in the Southern Andes using a predominantly qualitative mixed methodological approach. The results reveal local perceptions of heat and physiological stress on crops along with increasing water scarcity, and 17 adaptive practices were identified and grouped into two categories (conservation and efficient water usage, and agricultural-spatial management). These practices emerge both from biocultural memory and from the articulation with other knowledge systems (e.g., State extensionism). The study highlights the key role of biocultural memory in the construction of adaptive socio-ecological systems, as well as the need for public policies agreed upon with indigenous peoples and local communities for their adaptation and appropriation.

**Key words:** Adaptation Practices, Biocultural Memory, Family Farming, Climate Variability, Pewenche Mountains.

## 1. Introducción

La variabilidad climática actual, expresada en el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos extremos y en variaciones del estado medio del clima, presenta importantes desafíos en todas las regiones

del mundo (IPCC 2023). Este fenómeno está estrechamente ligado a una mayor actividad antropogénica en las últimas décadas (Boisier et al. 2018). En esta línea, se proyecta que la variabilidad climática se intensificará por actividades intensivas como la deforestación, la industrialización y la quema de combustibles fósiles (Appiah & Guodaar 2022). Además, se ha reportado que las montañas, en relación a otros ecosistemas, son altamente sensibles a los cambios acelerados en el clima (Bennett et al. 2016; Heikkinen 2017; Lozano et al. 2021). Estos territorios albergan sistemas socioecológicos con importantes niveles de agrobiodiversidad, endemismo y prácticas agrícolas singulares que, históricamente, han sido fundamentales para los pueblos indígenas y las comunidades locales (Marchant et al. 2022).

Quienes habitan las montañas son especialmente vulnerables a la variabilidad climática actual, pues gran parte de sus actividades de subsistencia dependen directa o indirectamente del clima (Marchant et al. 2021). En paralelo, los procesos sociales, económicos y políticos también influyen la vulnerabilidad socioecológica de quienes habitan estos sistemas (Adger et al. 2003). De esta forma las prácticas de adaptación empleadas en estos territorios dependen fuertemente de los activos con los que se cuente (Adger et al. 2013; Musseta & Barrientos 2015; UNFCCC 2024). Estos últimos incluyen los activos de capital financiero (ingresos, bonos, etc.), humano (mano de obra, salud, etc.), social (participación en organizaciones, relación con vecinos, etc.), físico (infraestructura, herramientas, etc.) y natural (agrobiodiversidad, fuentes de agua, etc.) (Beltrán-Tolosa et al. 2022; Oyarzo et al. 2024a; Rodríguez et al. 2025). A pesar de ello, una mayor disponibilidad de estos activos no necesariamente es sinónimo de mayor capacidad de adaptación, sino que se limita o impulsa el desarrollo de su potencial (Speelman et al. 2014).

La adaptación a la variabilidad climática impulsa una diversidad de estrategias y prácticas desarrolladas por los pueblos indígenas y las comunidades locales para hacer frente a sus impactos. En este contexto, la literatura contemporánea señala que dichas comunidades tienden a implementar principalmente prácticas de adaptación espontáneas y autónomas, generalmente con escaso apoyo institucional (Zant et al. 2023). Estas prácticas se sustentan en los activos, experiencias y conocimientos acumulados sobre el comportamiento del clima (Mersha & van Laerhoven 2018) y el territorio que habitan. En otros casos, también se observan adaptaciones planificadas, promovidas e implementadas por instituciones gubernamentales, como las vinculadas al extensionismo agrícola (Smit & Pilifosova 2001; Schlingmann 2024).

Los sistemas agrícolas de montaña se distinguen por su dinamismo y complejidad, dado que surgen a partir de contribuciones recíprocas entre las personas y la naturaleza, dando paso a sistemas socioecológicos adaptativos de relevancia global (Altieri & Nicholls 2011; Ibarra et al. 2023). Es así, que estudios en zona de montaña ante los efectos climáticos han demostrado que la memoria biocultural es un factor clave en el uso y potencial de aportar en la generación y aplicación de prácticas de adaptación efectivas en la agricultura familiar (Bhattarai et al. 2015; Acevedo-Osorio et al. 2017; Muench et al. 2021; Marchant et al. 2021; Rashidi et al. 2024). La memoria biocultural representa la acumulación de conocimientos, prácticas y creencias presentes en un territorio, transmitidos de manera oral a lo largo de distintas generaciones (Toledo & Barrera-Bassols 2009). Actualmente,

los sistemas socioecológicos de montaña se han visto afectados por procesos homogeneizadores bioculturales, que desembocan en monoculturas, formas de vida globalizadas y ecodidios que se expanden rápidamente (Barreau et al. 2016; Rozzi 2018). Por ejemplo, la Revolución Verde -como parte de la modernización- fue uno de los primeros procesos de homogeneización biocultural en la década de los 60, desencadenando una serie de problemáticas en la agricultura familiar de los países latinoamericanos (Altieri et al. 2011; Marchant et al. 2020; Holt-Gimenez 2017). Este proceso contribuyó a la progresiva pérdida de prácticas tradicionales de producción y manejo agrícola que los pueblos indígenas y comunidades locales habían perfeccionado a lo largo de su historia (Urrea & Ibarra 2018). Sin embargo, en estos espacios se ha constatado la persistencia de prácticas, conocimientos y creencias ligadas a la agricultura familiar que ha sido resiliente y, en muchos casos, se ha adaptado a estos cambios (Fiol & Padilla 2017; Kaulen et al. 2022; Oyarzo et al. 2024b; Ibarra et al. 2024a).

Los pueblos indígenas y comunidades locales que componen los sistemas socioecológicos de montaña conservan muchos hotspots globales de biodiversidad y sostienen importantes centros de domesticación y diversidad de cultivos (INMIP 2024). Como el caso de las Chakras Andinas Ecuatorianas, antiguas terrazas que dan cuenta del vínculo de las comunidades indígenas *kichwa* con la conservación y uso sustentable de los ecosistemas locales, constituyendo un paisaje multicolor singular y alto en biodiversidad (FAO 2022). A pesar de lo anterior, existe una exclusión de quienes portan estos conocimientos en el diseño de políticas climáticas, que resultan frecuentemente en respuestas ineficaces y medidas cortoplacistas y que pueden llevar a *maladaptaciones*. Es decir, acciones que, lejos de reducir la vulnerabilidad de la agricultura, terminan incrementándola (Carmona et al. 2024).

En los Andes del Sur de Chile, la huerta *mapuche-pewenche* es una de las principales formas de producción de alimentos para el autoconsumo a través de estos espacios delimitados que se ubican cerca de la vivienda familiar (Ibarra et al. 2019; Marchant et al. 2019). Las huertas históricamente se han adaptado a los cambiantes procesos ambientales, sociales, históricos y culturales, permitiendo que la agricultura familiar vaya adquiriendo y acumulando experiencias en su memoria biocultural (Marchant et al. 2020; Ibarra et al. 2024a). Por ello, es posible encontrar variedades de cultivos que son consideradas nuevas o modernas en el territorio, las que coexisten con variedades tradicionales y otras plantas nativas o exóticas (Ibarra et al. 2024a). Ante esto, no se puede entender estos sistemas de manejo como meras “tradiciones”, sino que como sistemas de respuestas adaptativas que han evolucionado con el tiempo (Berkes & Turner 2005). En general, quienes habitualmente gestionan este tipo de espacios son mujeres *mapuche-pewenche* que, en gran medida, se ocupan del ámbito doméstico del hogar, encargándose de cultivar las huertas familiares (Barreau & Ibarra 2019; Marchant et al. 2019). Al mismo tiempo, en este tipo de espacios emergen instancias de reciprocidad y de transmisión de saberes, lo que permite el fortalecimiento de lazos sociales, tanto familiares como comunitarios. La huerta debe ser entendida desde lo colectivo y como un reservorio de agrobiodiversidad y memoria biocultural (Nazarea 2006; Urrea & Ibarra 2018; Marchant et al. 2020).

agricultores familiares en las huertas de montaña? Para ello, el objetivo de este trabajo es analizar las prácticas de adaptación ante la variabilidad climática actual en las huertas familiares. Además, se profundiza en la influencia de la memoria biocultural en la adaptación. Todo lo anterior, en un contexto de crecientes cambios socioecológicos que se manifiesta en la variabilidad climática actual, así como en los cambios acelerados en contextos sociales, políticos y económicos de los Andes del Sur.

## 2. Metodología

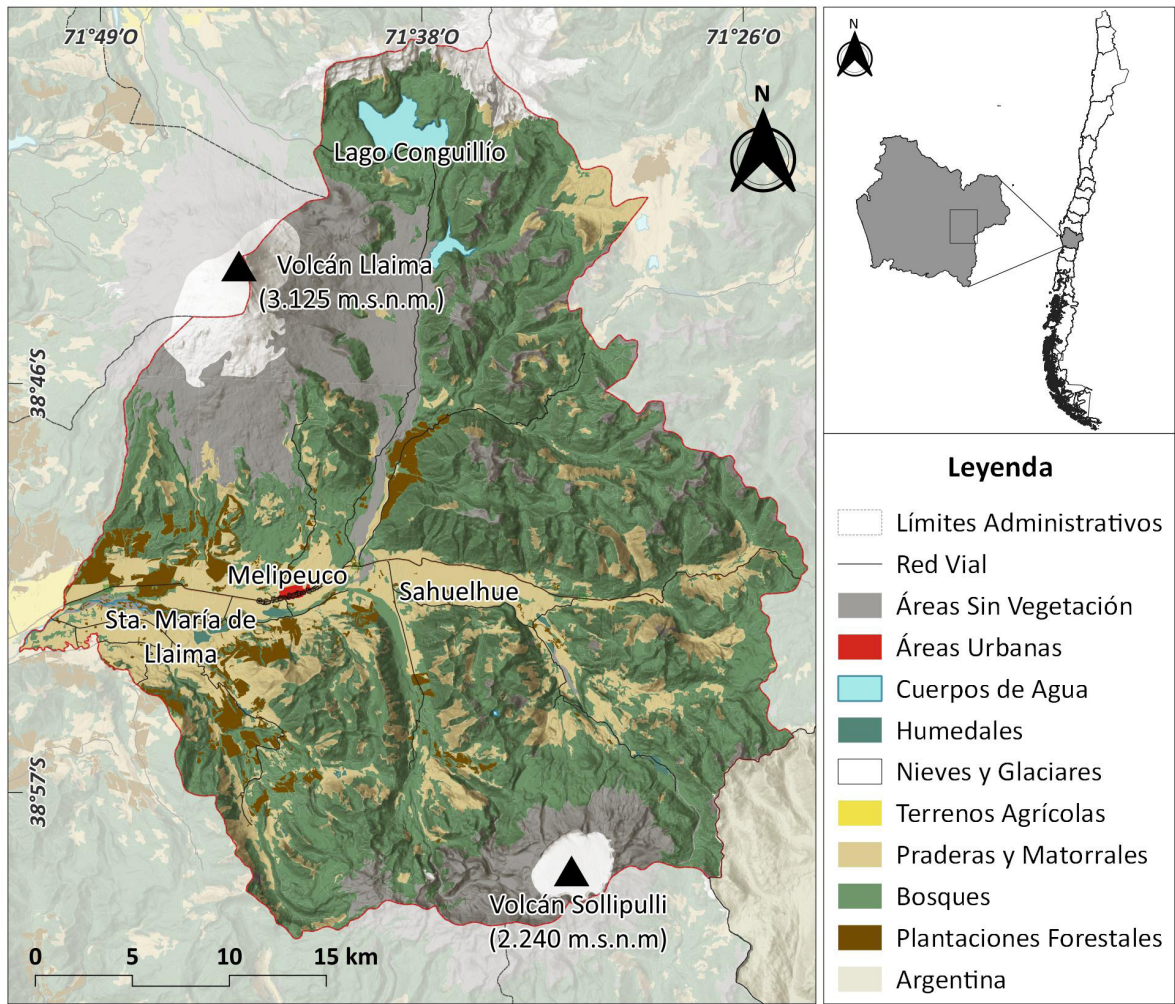
### 2.1. Área de estudio

Trabajamos en la comuna de Melipeuco, Región de La Araucanía al sur de Chile (Figura 1). Este territorio forma parte del área andina del Wallmapu, territorio ancestral del pueblo. La comuna destaca por tener una marcada variación altitudinal que oscila entre los 411 y 3.123 m.s.n.m. siendo este último la cumbre del Volcán Llaima. En el área se presentan climas de tundra en zonas altas, mediterráneo lluvioso en zonas medias y templado lluvioso en zonas bajas (Ilustre Municipalidad de Melipeuco 2021). En zonas altas la temperatura media anual promedio es de 3,4°C aumentando hacia zonas bajas llegando a 11,2°C (Pica-Téllez et al. 2020). Las precipitaciones medias anuales llegan a 3.083 mm en zonas altas, disminuyendo a 1.915 mm en zonas bajas (Pica-Téllez et al. 2020).

En las zonas altas de la comuna existen los bosques de *pewen* o araucaria (*Araucaria araucana*), un árbol considerado un ‘fósil viviente’ que puede alcanzar hasta treinta metros de altura y que ocupa un lugar central en la cosmovisión y cultura *mapuche* (Cortés et al. 2019; Ibarra et al. 2022; Sanguinetti et al. 2023). De hecho, los habitantes indígenas de este territorio se identifican como *mapuche-pewenche* (‘gente del pewen’). Melipeuco es habitada por 6.138 personas, donde la mayoría reside en el sector rural (54,3%), y parte importante de su población se identifica con el pueblo mapuche (52,3%) (INEC 2017). En 2018, este territorio fue reconocido por el Estado de Chile como un Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Nacional (SIPAN), junto con las comunas de Alto Biobío, Lonquimay y Curarrehue, debido al desarrollo de prácticas bioculturales singulares como la huerta, la recolección de productos forestales no madereros y la trashumancia. Estas prácticas, que se complementan espacio-temporalmente, se han constituido como articuladoras de saberes y oficios que sostienen la herencia biocultural del territorio. Recientemente, tras esfuerzos multisectoriales, el “*Sistema Ancestral de la Cordillera Pehuenche: huertas biodiversas, recolección y trashumancia en el territorio Ngulumapu*” fue reconocido por FAO como un Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). Además, esta zona de montaña es considerada como un sitio prioritario para la conservación a nivel mundial, dado que es identificada como uno de los 36 Hotspots Globales de Biodiversidad (Myers et al. 2000).



Figura 1. Área de estudio.



Fuente: Elaboración Propia.

La huerta *mapuche-pewenche*, ubicada en zonas bajas y medias de la comuna, resulta ser un lugar multipropósito con una compleja estructura que proporciona beneficios a las personas y a los ecosistemas circundantes (Ibarra et al. 2021). En este espacio, es posible encontrar cientos de especies y variedades de importancia cultural, nutricional, medicinal y alimentario. En esta línea, quienes cultivan la huerta en este territorio manejan, al menos 284 especies y 543 variedades de plantas. Estas incluyen, entre muchas otras, decenas de variedades de porotos (*Phaseolus vulgaris*; *P. coccineus*), maíz (*Zea mays*) y quinua o kinwa (*Chenopodium quinoa*) (Ibarra et al. 2024b).

## 2.2. Diseño metodológico

La metodología empleada tuvo un enfoque mixto predominantemente cualitativo. La muestra es teórica y no probabilística, dado que no se busca la representatividad de todos los actores de la comuna, sino que se indaga sobre la relevancia histórica y actual, con implicancias para el futuro, de los participantes de la investigación (Hernández et al. 2014). Entre enero y febrero de 2024 se visitaron 22 hogares seleccionados a partir del método de aproximación de bola de nieve (Guest et al. 2006). Entre los criterios de selección de participantes destacaron (i) que la agricultura sea su principal medio de subsistencia y (ii) que al menos una generación previa haya practicado la agricultura. En primera instancia, se realizó observación participante activa con una familia durante ocho días. Lo anterior, permitió interiorizarse en las prácticas cotidianas del hogar en un escenario natural a través de la observación, y participando en sus actividades diarias (Hernández et al. 2014). Luego, se aplicaron fichas de caracterización predial y entrevistas semiestructuradas a la persona encargada de la huerta en 22 hogares visitados. También, se implementó una bitácora de campo y se tomó registro fotográfico de las huertas y prácticas de adaptación, con el fin de robustecer el análisis posterior.

## 2.3. Sistematización y análisis de la información

Los datos recolectados a través de la ficha de caracterización predial fueron sistematizados en una base de datos para observar en detalle el perfil de los hogares visitados. Estos datos, en conjunto con los resultados de las entrevistas y la observación participante, permitieron triangular la información para complementar el análisis. Cada una de las entrevistas fueron grabadas bajo consentimiento informado de los participantes para luego ser transcritas. Se realizó análisis de contenido con el software Atlas.Ti (2024), a partir de codificación por lista y abierta. Posteriormente, los códigos fueron categorizados en función de las siguientes temáticas: La primera versó en torno a los efectos percibidos de la variabilidad climática reportados por las y los participantes, tales como, cambios en los patrones de lluvia que generan estrés hídrico en los cultivos. Esto permitió cuantificar los efectos y cambios percibidos mediante un diagrama de Sankey generado en el software Atlas.Ti, representando las conexiones y flujos identificados entre los cambios y efectos codificados. En la segunda temática, se registraron y caracterizaron las prácticas de adaptación ante los efectos de la variabilidad climática identificados, las cuales se agruparon en: (i) conservación y uso eficiente del agua; y (ii) gestión agrícola y espacial de la huerta. La tercera temática, correspondió a cómo fueron aprendidas dichas prácticas en función de establecer el origen de estas. Para ello, se establecieron tres categorías: (i) origen autónomo, es decir, acciones basadas en los conocimientos y experiencias, tanto de las y los participantes como de sus antepasados; (ii) extensionismo, aquellas ligadas a acciones promovidas por instituciones estatales de asesoramiento técnico, y (iii) origen mixto, las que combinan el conocimiento de las y los participantes con las iniciativas promovidas por el Estado.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Perfil de la agricultura familiar de montaña de Melipeuco**

De las 22 entrevistas llevadas a cabo en esta investigación, 19 fueron realizadas con mujeres y 3 con hombres. El rango etario fue de 24–88 años, con una edad media de 55 años donde 14 participantes superaron los 50 años. Esto denota el progresivo envejecimiento de las personas encargadas del manejo de los sistemas productivos en el área de estudio. Asimismo, solamente un participante no se identificó como mapuche. Además, 20 de los 22 entrevistados reciben asesoría técnica del Estado a través del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI), administrado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), dependiente del Ministerio de Agricultura de Chile, encargado del extensionismo rural en el país.

En cuanto a la huerta, esta varió en extensión desde espacios reducidos de 0,04 hectáreas hasta huertas de 0,40 hectáreas. El principal destino de la producción de la huerta fue la alimentación familiar, mientras que el excedente se destina a la venta en ferias. La mayoría de los integrantes de la familia participa en la producción de este espacio. Sin embargo, el trabajo cotidiano en la huerta está a cargo habitualmente de mujeres.

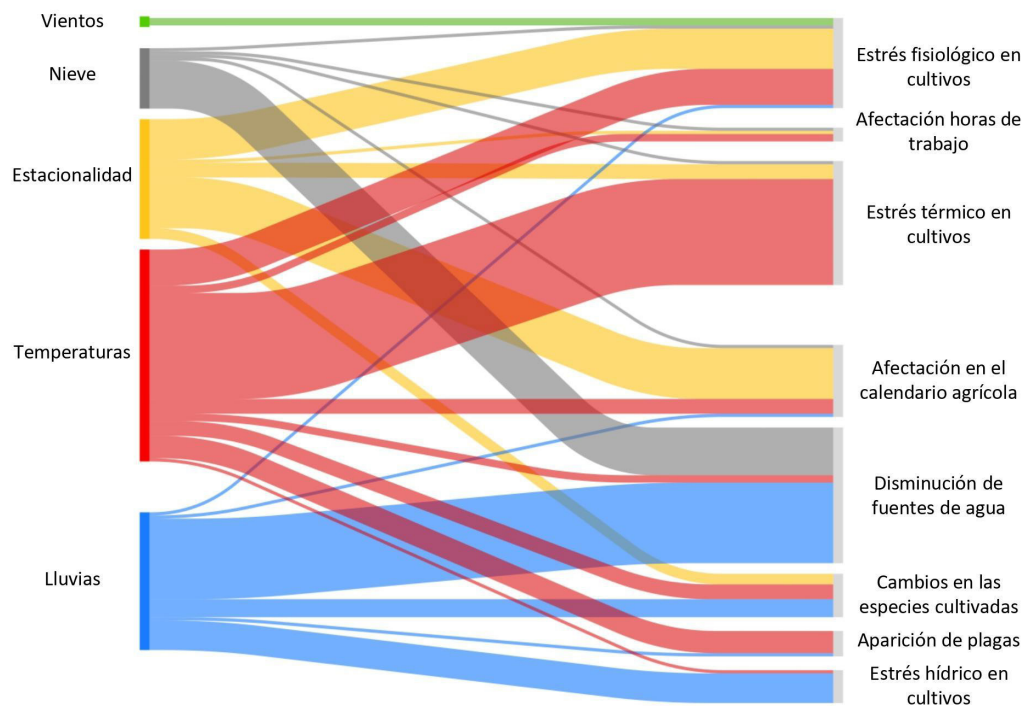
#### **3.2. Percepciones locales de la Variabilidad Climática de la agricultura familiar en los Andes del Sur**

Los participantes reportaron importantes cambios en el clima en el último tiempo, en comparación con la experiencia vivida y transmitida por sus antepasados. Entre ellos destacaron cambios en los patrones de temperaturas, que se reflejan en olas de calor y heladas con mayor frecuencia e intensidad. Asimismo, los patrones de precipitación son cada vez más irregulares con una tendencia a la baja, sumado a una disminución de la precipitación nival en zonas bajas y altas. Los cambios antes mencionados también se ven reflejados en la estacionalidad climática, ya que el final del periodo húmedo-frío y el comienzo del periodo cálido-seco es cada vez más difuso, es decir, las estaciones están cada vez menos marcadas. Por otro lado, los participantes también percibieron, aunque en menor medida, cambios en la intensidad de los vientos a nivel local. De esta forma, la agricultura familiar de montaña reportó múltiples cambios asociados a la variabilidad climática actual en los Andes del Sur.

Los cambios reportados han desencadenado, de acuerdo a los participantes, una serie de efectos en los sistemas productivos de la agricultura familiar (Figura 2). Por ejemplo, las variaciones en las temperaturas han generado aparición de plagas, estrés térmico y fisiológico en los cultivos; este último altamente influenciado por la pérdida de estacionalidad que también afecta el calendario agrícola de la agricultura familiar.



*Figura 2.* Diagrama de Sankey que representa las conexiones y flujos entre los cambios en el estado medio del clima y los efectos percibidos.



Fuente: Elaboración Propia mediante Atlas.ti.

Por su parte, los cambios en la distribución y cantidad de lluvia caída contribuyen al estrés hídrico en cultivos y a una disminución de las fuentes de agua que se ve altamente influenciada por la falta de precipitación nival. Estos cambios, en su conjunto generan afectaciones en las horas de trabajo en la huerta o cambios en las especies cultivadas. En síntesis, estos resultados evidencian una creciente vulnerabilidad de estos sistemas socioecológicos locales frente a la variabilidad climática.

En general, la mayoría de los efectos registrados son consecuencia de cambios en el clima, lo que evidencia que la variabilidad climática es un proceso complejo con impactos diversos. En cultivos sensibles como los tubérculos (Figura 3), el aumento de las temperaturas ha obligado a incrementar la demanda de riego. No obstante, la disminución de las precipitaciones ha reducido la disponibilidad de agua, provocando que estos cultivos sean cada vez menos frecuentes: “El clima era diferente; no es como el sol de ahora, que arrebató el fruto. Es malo. Antes, todo estaba equilibrado. (...) Las altas temperaturas nos afectan porque necesitamos más riego. Pero si no tenemos agua, no podemos regar y, sin riego, no tenemos hortalizas” (Mujer, 47 años).

Figura 3. Efectos de altas temperaturas en cultivos de papas.



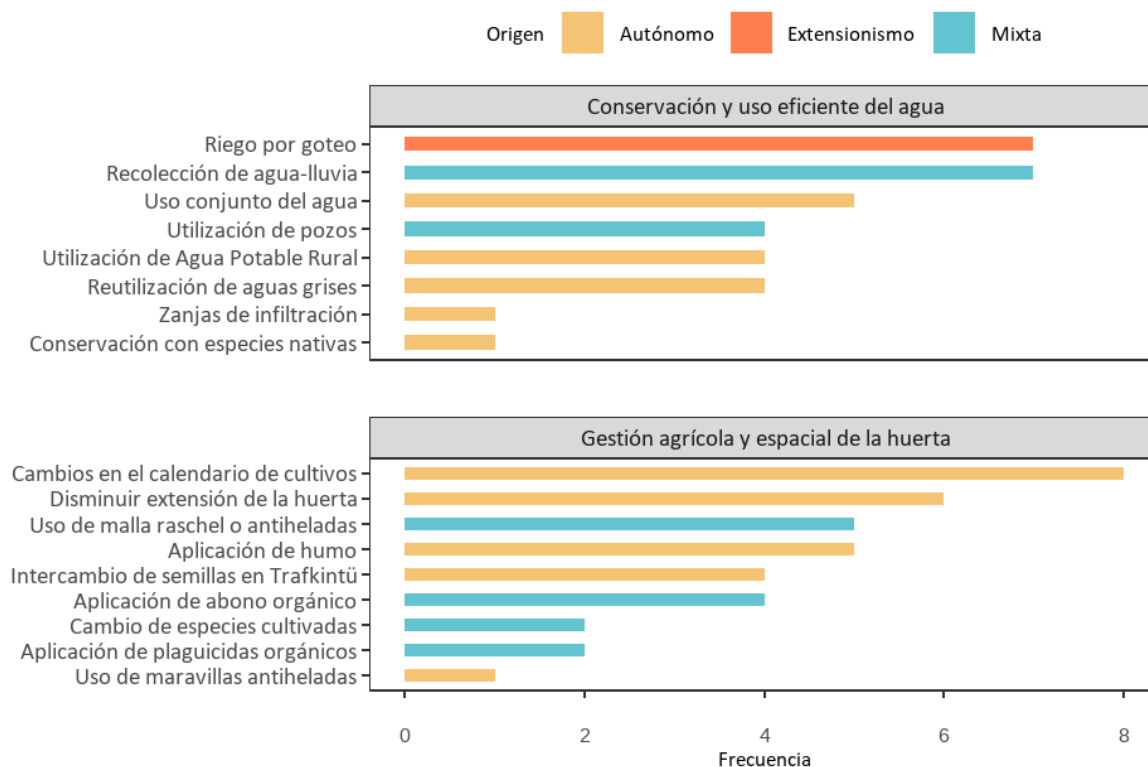
Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Nuestros resultados muestran que los efectos de la variabilidad climática se intensifican al combinarse con otros cambios socioecológicos. En las últimas décadas, los habitantes de Melipeuco han sido testigos del avance de la industria forestal, marcado por la expansión de monocultivos exóticos (*Pinus radiata*) en las zonas altas de la comuna, en detrimento del bosque nativo. Esta transformación ha llevado a percibir dicha industria, junto al cambio climático, como las principales responsables de la disminución de las fuentes de agua. Además, estos cambios socioecológicos no solo afectan la producción de las huertas y otras actividades agrícolas, sino que también impactan directamente a las comunidades que mantienen una profunda interdependencia con el territorio que habitan.

### 3.3. ¿Cómo se está adaptando la huerta *Mapuche-Pewenche*?

Al indagar sobre los ajustes y/o acciones que están implementando las y los agricultores para enfrentar y adaptarse a la variabilidad climática actual, se identificaron 17 prácticas de adaptación en torno a la huerta. La agrupación de estas prácticas respondió a patrones emergentes desprendidos del análisis de contenido temático de las entrevistas realizadas. Las prácticas se categorizaron en dos grupos: (i) Conservación y uso eficiente del agua, y (ii) Gestión agrícola y espacial de la huerta. Registramos ocho prácticas asociadas a la primera tipología de clasificación y nueve ligadas a la segunda (Figura 4).

Figura 4. Prácticas de adaptación registradas y clasificadas según su origen.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.1. Conservación y uso eficiente del agua

De las ocho prácticas de adaptación relacionadas a la conservación y uso eficiente del agua, cinco de ellas tienen un origen autónomo: Uso conjunto del agua (5, frecuencia de mención); Utilización de Agua Potable Rural (APR) (4); Reutilización de aguas grises (4); Zanjas de infiltración (1) y Conservación con especies nativas (1); una de origen asociado al extensionismo: Riego por goteo (7); y dos ligados a un origen mixto: Recolección de agua-lluvia (7) y Utilización de pozos (4).

La recolección de agua-lluvia se destaca como una de las prácticas más comunes, y se desarrolla en diferentes formatos (Figura 5; A). Por ejemplo, en algunos casos se utiliza el techo de bodegas o de la vivienda para captar el agua-lluvia, que luego es conducida a través de canaletas hacia estanques provistos por el PDTI. Por otro lado, existen sistemas alternativos consistentes en la utilización de baldes y ollas de diferentes tamaños expuestos a la lluvia, y que son empleados de forma complementaria al sistema de riego principal: “Uno tiene que juntar el agüita como para regar... En baldes, en lavatorios,

en estanques... Y de ahí uno acumula esa agüita y ahí va regando después las plantitas... (...) Lo llevo implementando hace como dos años más o menos” (Mujer, 42 años).

Figura 5. (A) Recolección de Agua-Lluvia, (B) Intercambio de semillas en *Trafkintü*, (C) Aplicación de abono orgánico y (D) Cambio de especies cultivadas



Fuente: Fotografías tomadas por los autores.

Estos sistemas permiten almacenar el agua recolectada para su uso durante periodos de escasez hídrica. También destaca la implementación de zanjas de infiltración, reconocida como una práctica eficaz para mitigar los efectos de las intensas lluvias que suelen causar anegamientos en las huertas. Estas zanjas desvían estratégicamente el exceso de agua, facilitando su infiltración en el suelo.

Además, esta medida permite optimizar el aprovechamiento de las lluvias esporádicas durante la temporada estival: “El agua queda ahí, y esa agua se va infiltrando a las napas subterráneas y a la vez ayuda retener más humedad más al verano, que no esté totalmente seco... esa es la función, que no se vaya toda el agua, sino que quede ahí...” (Mujer, 34 años).

Dentro de las prácticas de adaptación más empleadas está el uso de sistemas de irrigación tecnificados como el riego por goteo. Eso sí, su implementación está relacionada a los programas de extensionismo rural, contribuyendo a un uso más eficiente del agua y aún menor tiempo de trabajo para la agricultura familiar. Una de las participantes comentó que adaptó el sistema de riego por goteo para al mismo tiempo abonar de materia orgánica su huerta: “Yo le mando cierta cantidad de guano y lo mezclo con agua... y ese estanque hace 500 litros, entonces ahí le mando el guano y ahí abro la llave... y tengo todo conectado aquí, entonces ahí abono con el riego por goteo igual” (Mujer, 48 años).

Ante la disminución de fuentes de agua y la necesidad de aumentar el riego surgen soluciones basadas en respuestas colectivas, como el uso conjunto del agua. Ello, se enmarca en un ambiente de cooperación donde múltiples familias hacen uso de vertientes y de redes de agua no potable, contruidos en comunidad en décadas pasadas para abastecerse en periodos de estrés hídrico. Asimismo, la utilización de pozos profundos emerge en contextos de emergencia como una alternativa viable, aunque se comentó que esta fuente de agua se encuentra fuertemente amenazada por diversos cambios socioecológicos. De esta forma, la conservación y reforestación con especies nativas cercanas a vertientes, esteros y humedales emerge como una práctica de adaptación que busca mantener y cuidar estas fuentes de agua: “Si yo limpiara todo, se me va a secar la vertiente (...), eso uno no lo puede voltear, eso es toda naturaleza porque uno qué saca de destruirla, vamos a perder el agua, dicen que el agua se corre y eso ha pasado” (Mujer, 48 años).

En Melipeuco, muchas familias no cuentan con acceso a fuentes de agua naturales que les permitan mantener sus huertas. Ante esta situación, consideran la posibilidad de utilizar el agua del Comité de APR. Sin embargo, esto implica un costo adicional, ya que el consumo destinado al riego suele superar los umbrales permitidos, lo que conlleva el pago de multas: “Para el bolsillo sí afecta, porque es una plata que no tenías presupuestada y ahí tienes que sacarla y pagarla. Porque entre que se te mueren las plantas prefiero pagar la multa, pero a veces las lucas no están” (Mujer, 47 años).

En esta línea, la reutilización de aguas grises es vista como un método que permite gestionar el uso del agua para evitar estas multas: “Como te digo... yo trato de no usar muchos detergentes tampoco, ni tanto cloro, ni nada de eso, entonces esa misma agüita se puede ir a las plantitas, cuando enjuago los platos... el agua de la ropa también sirve” (Mujer, 55 años).

### 3.3.2. Gestión agrícola y espacial de la huerta

Respecto a la segunda tipología, se identificaron nueve prácticas de adaptación relacionadas a la gestión agrícola y espacial de la huerta. Cinco de ellas tienen un origen autónomo: Cambios en el



calendario de cultivo (8), Disminuir extensión de la huerta (6), Aplicación de humo (5), Intercambio de semillas en *Trafkintü* (4), y Uso de maravillas antiheladas (1); mientras que cuatro prácticas están ligadas a un origen mixto: Uso de malla raschel o antiheladas (5), Aplicación de abono orgánico (4), Aplicación de plaguicidas orgánicos (2), y Cambio de especies cultivadas (2).

Los cambios en el estado medio del clima implican que el inicio del ciclo agrícola ha dejado de ser predecible. Esto ha llevado a quienes practican la huerta a desplegar todos sus conocimientos para adaptar sus calendarios de siembra y así evitar pérdidas en su producción tras la ocurrencia de eventos extremos: “Yo hice mi huerta casi como al final de la temporada... Por eso todavía tengo cosas. Si no ya habría perdido la mitad de mi huerta... no habríamos tenido nada...” (Mujer, 39 años).

Otra práctica desarrollada en la agricultura familiar es la reducción de la superficie de la huerta. Las principales motivaciones están ligadas al temor de sufrir pérdidas en un contexto de exposición y sensibilidad por contar con herramientas insuficientes para responder a los cambios. Como evidencian nuestros resultados, las heladas han generado estrés térmico en diversos cultivos de la huerta. En respuesta a ello, la agricultura familiar ha empleado el uso de malla raschel o antiheladas, pues les permite reducir el impacto de este fenómeno meteorológico: “Pedí el sombreadero para plantar mis hierbas medicinales, (...) para que no pase tan fuerte la helada y si llueve tampoco es como que cae tanto...” (Mujer, 88 años).

De igual modo, gran parte de los entrevistados declararon tener intención de adquirir mallas antiheladas, sin embargo, la principal limitante es su alto precio en los mercados. De esta forma, emergen soluciones ingeniosas como la plantación de maravillas (*Helianthus annuus*), particularmente en cultivos sensibles como los tubérculos: “La maravilla es buena para la helada... siembro una melga de papa, le pongo una semilla de maravilla, otra semilla, otra semilla... Ahora tengo cualquier maravilla ahí... pero mis papas ya me las comí todas” (Mujer, 88 años).

Los diversos efectos de la variabilidad climática han significado pérdidas de variedades de semillas tradicionales. Por tanto, el intercambio de semillas entre pares en *Trafkintü* (Figura 5; B) se ha convertido en una práctica de adaptación que permite seguir sosteniendo la huerta y la agrobiodiversidad del territorio: “por ejemplo el año pasado yo participé de los trafkintu, muchas semillas recolecté, bastante y ya tengo guardada. Y de repente nos intercambiamos plantitas para que no se vayan perdiendo” (Mujer, 51 años).

Por otro lado, la utilización de abono orgánico resultó ser catalogada como una práctica eficaz, dado que dotar de materia orgánica al suelo contribuye a regular la temperatura y humedad del suelo en días de temperaturas extremas (Figura 5; C). Asimismo, el aumento gradual de la temperatura media ha generado la proliferación de plagas en cultivos, entre las respuestas locales a ello, destaca la aplicación de plaguicidas orgánicos: “yo junto por ejemplo las hojas amargas y con eso riego las plantas... hojas amargas puede ser el natre, la secuta, el canelo, la ortiga. (...) para las plagas, para los moscos...” (Hombre, 80 años).

Por último, los efectos de la variabilidad climática actual, combinados con otros procesos socioecológicos, han favorecido la aparición de nuevas especies en favor de variedades de alto rendimiento y valor comercial, especialmente asociadas a los berries (Figura 5; D). Estos tipos de cultivos representan para las familias un alto beneficio económico, que en ocasiones permite sostener la huerta ante la constante pérdida en su producción por los cambios del clima. Asimismo, varios entrevistados mencionaron que en los últimos años han comenzado a experimentar con variedades propias de climas mediterráneos, como sandías (*Citrullus lanatus*), kiwis (*Actinidia deliciosa*) e higos (*Ficus carica*).

### 3.4. Memoria Biocultural como propiedad emergente de la adaptación

En este estudio se lograron identificar 17 prácticas de adaptación. La mayoría de ellas (10 prácticas) resultaron estar ancladas en la memoria biocultural de quienes habitan este territorio. De acuerdo a los participantes, muchas de estas prácticas han sido históricamente realizadas en el territorio, aunque en ciertos momentos algunas se podrían haber dejado de lado por distintos motivos (extensionismo, salud, migración, etc.). En la actualidad, estas prácticas están siendo retomadas por las y los participantes como adaptaciones a la variabilidad climática. Asimismo, han integrado ello con otros saberes y conocimientos para enfrentar los efectos de la variabilidad climática con mayor innovación. Todo ello implica que la adaptación está fuertemente arraigada en saberes y prácticas que han sido transmitidos intergeneracionalmente.

Los resultados del análisis de contenido indican que existe una intrínseca relación entre la memoria biocultural y las adaptaciones locales, en respuesta a la variabilidad climática actual. Gran parte de estas prácticas implícitamente sugieren que la adaptación siempre ha estado presente en el territorio, demostrando ser respuestas eficaces a través de siglos. Es por esto por lo que las y los agricultores de Melipeuco siguen replicando estas acciones que permiten adaptarse a las variaciones en el estado medio del clima. En este sentido, las y los participantes reconocieron la importancia de estos saberes como un legado biocultural para enfrentar los cambios, junto con la necesidad de compartirlo con sus pares. Por ello, espacios como el *trafkintü* se configuran como un eje articulador de las adaptaciones locales descritas a las continuas transformaciones socioecológicas que impactan a la agricultura familiar de la *Cordillera Pewenche*. Este espacio no solo implica el intercambio material de semillas, sino también de saberes, los cuales constituyen como un elemento fundamental de la cosmovisión *mapuche-pewenche* en los Andes del sur de Chile, así lo reconoce una de las entrevistadas: “Que de repente a través de las reuniones, a través de los encuentros de mujeres hemos sacado ideas también. Porque para eso son... para conversar con ellas, para intercambiar ideas, para intercambiar semillas, hacer los *trafkintü*. Entonces, a través de eso uno va aprendiendo, porque cada sector es distinto también. Es diferente el clima, el aire, el viento, todo eso” (Palihue Pillan, 55 años).

En la misma línea, se observó que las prácticas de adaptación provenientes de la memoria biocultural del territorio son mucho más complejas. Esto, ya que la ejecución de ellas es complementada por un cúmulo de saberes que son aplicados previamente y que al igual que la práctica, fueron construidas

hace siglos. Por ejemplo, adaptaciones como la aplicación de humo son el resultado de la cotidianeidad del trabajo en la huerta y del entendimiento de las dinámicas del territorio a través de la observación y de la experiencia: “El humo porque mis ancestros lo sabían... los antiguos... eso no lo creé yo, todo lo dejaron los viejos (...) es que si los viejitos sabían muchas cosas, cuándo iba a caer una helada, cuándo iba a nevar, cómo iba a llover, cuantos días iba a llover, miraban la luna ‘ohh la luna está negra’ o miraban el sol ‘ohh el sol está triste’ está negro va a llover...” (Hombre, 80 años).

Por otro lado, todos los participantes de esta investigación reportaron que aplicaban abono orgánico en sus cultivos por los múltiples beneficios que esta práctica genera en sus huertas. Ahora bien, cuatro personas usaban el abono orgánico principalmente por los efectos positivos que tiene para enfrentar la variabilidad climática. Incluso, en algunos casos, esta práctica junto al uso de plaguicidas orgánicos está siendo promovida por algunos actores ligados al PDTI que opera en el territorio: “lo aprendí de los viejitos... Ahora los técnicos que andan ahora del PDTI también explican lo mismo” (Hombre, 80 años).

#### 4. Discusión

La presente investigación tuvo como propósito analizar las prácticas de adaptación ante la variabilidad climática actual en huertas familiares de los Andes del Sur. Lo anterior, se enmarca en los distintos esfuerzos existentes para comprender las adaptaciones que han permitido sobrellevar el cambio climático y los distintos procesos de cambios socioecológicos que amenazan a los sistemas agrícolas tradicionales. Nuestro trabajo reporta 17 prácticas de adaptación ante la variabilidad climática en el sur de los Andes. La mayoría de ellas resultaron ser de origen autónomo y están profundamente ancladas en la memoria biocultural de las y los agricultores.

Los resultados indican que las y los agricultores han notado los cambios en el clima de diversas maneras, las que incluyen un aumento de los eventos extremos, cambios en las temperaturas, precipitaciones, nevadas, estacionalidad y vientos, coincidiendo con estudios de similares características realizadas en zonas de montaña de los Andes (Córdoba et al. 2020; Marchant et al. 2021; Beltrán-Tolosa et al. 2022). Por otro lado, la literatura ha constatado los efectos de la variabilidad climática en diversos sistemas agrícolas de pequeña escala. Por ejemplo, en Ghana los cultivos de granos y forrajes son cada vez menos productivos debido a las altas temperaturas que afectan su maduración (Appiah & Guoddar 2022). En México, la variabilidad climática afectó cultivos como maíz y poroto al alterar el calendario agrícola (Bocco et al. 2019). En Argentina, agricultores de la Puna experimentaron una baja productividad en sus cultivos ante la falta de precipitaciones (Izquierdo & Schlingmann 2023). Estos casos refuerzan la idea de que este fenómeno global tiene impactos locales en la agricultura, especialmente en aquella de pequeña escala. En la misma línea, los resultados revelaron que los tubérculos son cada vez más difíciles de producir debido a los efectos de la variabilidad climática. Esto concuerda con Lozano et al. (2021), quienes indican que las heladas y la falta de lluvias han reducido el cultivo de estas especies en las huertas familiares. La disminución e incluso la pérdida de importantes especies y variedades

conlleva una erosión de los saberes asociados a ellas, lo que a su vez tensiona la seguridad y la soberanía alimentaria de los pueblos indígenas y comunidades locales (Ibarra et al. 2024a). En Nepal, los efectos de la variabilidad climática llevaron a abandonar hace 30 años el cultivo de granos básicos, generando una dependencia de otras regiones para su consumo (Bhattarai et al. 2015).

Por otro lado, la reducción del agua disponible se ha agravado por cambios socioecológicos, como la expansión de monocultivos forestales en las zonas altas de la cuenca, lo que genera una doble exposición y mayor presión sobre estos sistemas (O'Brien & Leychenko 2000). Nuestros resultados sugieren prestar atención a otros cambios socioecológicos más allá de la variabilidad climática, como la migración, el cambio en el uso del suelo debido a parcelaciones o la llegada de empresas forestales. Estos factores se manifiestan en diferentes escalas espaciales y temporales, influyendo en las prácticas de adaptación de la agricultura familiar ante la variabilidad climática (Marchant et al. 2021; Schligmann et al. 2021; Carmona 2022; Rodríguez-Díaz et al. 2022; Caviedes et al. 2023; Ibarra et al. 2023; Oyarzo et al. 2024a). En este contexto, los efectos de la variabilidad climática observados a nivel local son consistentes con lo reportado por otros estudios en la *Cordillera Pewenche* (Barreau et al. 2019; Marchant et al. 2021; Kaulen-Luks et al. 2022; Carmona et al. 2024).

Los resultados sostienen que la agricultura familiar de los Andes del Sur está presentando importantes dificultades en torno a la gestión y manejo del agua; gran parte de las prácticas de adaptación desarrolladas en las huertas responden a la conservación y uso eficiente del recurso hídrico. En consonancia con lo anterior, las adaptaciones son coherentes con estudios similares realizados en los Andes (Murtinho 2016; Acevedo et al. 2017; Marchant et al. 2021). Sin embargo, las prácticas identificadas en torno al agua difieren de estudios desarrollados en Nepal y Ghana, pues los efectos de la variabilidad climática y las singularidades geográficas de estos lugares son de distinta naturaleza (Muench et al. 2021; Appiah & Guodaar 2022). Lo anterior releva la necesidad de observar estos procesos de forma específica y contextualizada para comprender las prácticas de adaptación empleadas por la agricultura familiar.

Las prácticas asociadas a la gestión agrícola y espacial de la huerta son relevantes porque representan acciones orientadas a anticiparse a posibles pérdidas y garantizar la producción frente a la variabilidad climática, como ocurre con la adaptación de los calendarios de cultivo. Por ejemplo, en México, los agricultores han debido trasladar la siembra de maíz de abril-mayo a mayo-junio debido al retraso de las lluvias, a pesar de que este cambio expone sus cultivos a heladas tempranas en octubre (Bocco et al. 2019). Por otro lado, la literatura muestra que en diversas partes del mundo las comunidades están cambiando sus cultivos por variedades más resistentes y comerciales (Bhattarai et al. 2015; Paerregaard 2024). En Perú, esto ha ocasionado la pérdida de variedades que antiguamente usaban las comunidades para intercambiar productos, a ello se suma un aumento del uso del dinero que ha erosionado la práctica del intercambio (Paerregaard 2024).

Las adaptaciones no siempre siguen una progresión lineal hacia sistemas más complejos, sino que pueden implicar un retorno a formas más simples o menos intensivas (Denevan 1983). En este sentido,

la reducción de la superficie de la huerta plantea una discusión en torno a si puede ser catalogada como una *maladaptación* (Carmona 2022). En México, las siembras de porotos, el segundo cultivo más importante del país, han disminuido en extensión debido principalmente a la falta de precipitaciones y la dificultad de mantener un riego constante (Prieto-Cornejo et al. 2019). En general, prácticas como estas limitan la diversidad de cultivos al requerir una selección más estricta de especies y variedades, afectando así la disponibilidad de alimentos para las familias (Bahta & Myeki 2022). Es por ello que, a pesar de que esta respuesta se construye en base a la capacidad de las familias para hacer frente a la variabilidad climática, su aplicación puede generar una mayor dependencia a productos externos.

En Chile, el extensionismo rural ha contribuido, en las últimas décadas, a la erosión de la memoria biocultural asociada a la huerta al promover el uso de paquetes tecnológicos convencionales y mantener una relación vertical que limita el diálogo de saberes (Marchant et al. 2020; Oyarzo et al. 2024b). En nuestro estudio, la participación del extensionismo en las prácticas de adaptación ha sido más bien indirecta, vinculada al financiamiento de herramientas y materiales orientados principalmente a la maximización productiva y no a la adaptación frente al cambio climático. Esta situación evidencia la necesidad de generar instancias de diálogo que posibiliten tanto la expresión de las necesidades locales como la convergencia de distintos sistemas de conocimiento, con el propósito de fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades (Dorji et al. 2024; Oyarzo et al. 2024a; Rodríguez et al. 2025).

La adaptación está fuertemente arraigada en saberes que han sido transmitidos intergeneracionalmente, a partir de la memoria biocultural acumulada en los Andes del Sur. En este sentido, los resultados se alinean con investigaciones en otros lugares del mundo, donde gran parte de las prácticas de adaptación tienen su origen en la experiencia vivida de las madres, padres, abuelas y abuelos de la agricultura familiar (Leonard et al. 2013; Bhattarai et al. 2015; Bocco et al. 2019; Marchant et al. 2020; Córdoba et al. 2020; Muench et al. 2021; Appiah & Guodaar 2022; Oyarzo et al. 2024b). Es así que para enfrentar la crisis socioecológica actual es necesario conservar y revitalizar la diversidad biocultural de los territorios colectivamente, puesto que existen contundentes evidencias de que la memoria y los saberes asociados a ella son un pilar fundamental para la adaptación (Toledo & Barrera-Bassols 2009; Maffi & Woodley 2010).

Finalmente, la variabilidad climática y diferentes procesos sociales, económicos y políticos han generado una erosión de la memoria biocultural de los Andes del Sur, debilitando la conexión espiritual y limitando la transmisión de saberes de quienes componen la agricultura familiar (Carmona et al. 2025). Ante esto, la huerta se ha posicionado como un espacio colectivo constituido principalmente por mujeres que se transforma en un refugio o reservorio biocultural, que emerge como un sistema interconectado que refuerza el tejido social, la identidad y la transmisión de saberes (Urra & Ibarra 2018; Marchant et al. 2019; Barreau & Ibarra 2019; Ibarra et al. 2021). Por esto, su desarrollo podría emerger como una red que fortalece la agricultura familiar y mantienen prácticas tradicionales (Ibarra et al. 2024). En este sentido la práctica de la huerta representa un acto de resistencia que fortalece la soberanía alimentaria y que, a su vez, mantiene una cultura, una lengua, una memoria y una agrobiodiversidad, evidenciando la importancia multiescalar de este sistema socioecológico.



## 5. Conclusión

Las regiones montañosas son especialmente sensibles a los impactos de la variabilidad climática, y el sur de los Andes no escapa a esta realidad. Este estudio, centrado en analizar las prácticas de adaptación ante la variabilidad climática en huertas familiares, muestra que las y los pequeños agricultores familiares perciben que la variabilidad climática actual ha alterado profundamente el calendario agrícola, intensificando el estrés térmico e hídrico en los cultivos, así como la aparición de plagas. Estos efectos, agravados por transformaciones socioecológicas como la expansión forestal, han incrementado su vulnerabilidad y exigido constantes adaptaciones en sus prácticas productivas.

La adaptación de la agricultura familiar está fuertemente influenciada por la memoria biocultural de los pueblos Indígenas y las comunidades locales. Las y los pequeños agricultores de las huertas *mapuche-pewenche* emplean prácticas de adaptación frente a la variabilidad climática, centradas en la conservación y uso eficiente del agua, y en la gestión agrícola y espacial de la huerta. La mayoría de estas prácticas son de origen autónomo y están profundamente arraigadas en la memoria biocultural, transmitidas intergeneracionalmente y fortalecidas en espacios de intercambio como los *trafkintü*. En la misma línea, las prácticas de adaptación descritas fortalecen la necesidad de promover programas de extensionismo estatal con pertinencia territorial, contruidos en conjunto con los pueblos Indígenas y las comunidades locales. Ello exige no sólo la integración de distintos sistemas de conocimiento en las estrategias de adaptación y en las políticas públicas, sino también que estos procesos sean dialogados y consensuados con quienes históricamente han sido marginados de la toma de decisiones.

Finalmente, nuestros resultados sugieren la importancia de incorporar la perspectiva de género en futuras investigaciones de esta naturaleza. Esto no solo se debe a que la huerta es un espacio predominantemente femenino, sino también a que las mujeres viven estos procesos de manera diferenciada, desempeñando un rol clave en la provisión de alimentos para sus familias. Además, dado que la huerta se construye colectivamente, recomendamos el uso de metodologías de investigación participativas y de enfoque ascendente.

## Agradecimientos

Agradecemos a todas y todos los participantes de esta investigación que aportaron todos sus conocimientos con generosidad y cariño. Se agradece a ANID/FONDECYT Regular 1231664 y 1240070, al Laboratorio Natural Andes del Sur NEL123N0007, Centro de Estudios Interculturales e Indígenas-CIIR (ANID FONDAP/15110006), Centro Internacional Cabo de Hornos-CHIC (ANID PIA/BASAL PFB210018), al Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPE (ANID PIA/BASAL AFB240003) y ANID BECAS/DOCTORADO NACIONAL 21212396.

## Bibliografía

- Acevedo-Orsorio, Álvaro, Arlex Angarita Leiton, Mónica Viviana León Durán, and Karen Lorena Franco Quiroga. 2017. "Sustentabilidad y Variabilidad Climática: Acciones Agroecológicas Participativas de Adaptación y Resiliencia Socioecológica En La Región Alto-Andina Colombiana". *Luna Azul*, (44): 06–26.
- Adger, W. Neil, Jon Barnett, Katrina Brown, Nadine Marshall, and Karen O'Brien. 2013. "Cultural Dimensions of Climate Change Impacts and Adaptation". *Nature Climate Change* 3 (2): 112–17.
- Adger, W. Neil, Saleemul Huq, Katrina Brown, Declan Conway, and Mike Hulme. 2003. "Adaptation to Climate Change in the Developing World". *Progress in Development Studies* 3 (3): 179–95.
- Altieri, Miguel and Clara Nicholls. 2011. "Cambio Climático y Agricultura Campesina: Impactos y Respuestas Adaptativas". *Revistas de Agroecológica LEISA* 77: 5-17.
- Appiah, Divine Odame, and Lawrence Guodaar. 2022. "Smallholder Farmers' Perceptions and Knowledge on Climate Variability and Perceived Effects in Vulnerable Rural Communities in the Offinso Municipality, Ghana". *Environmental Development* 42: 100691.
- Bahta, Yonas T., and Vuyiseka A. Myeki. 2022. "The Impact of Agricultural Drought on Smallholder Livestock Farmers: Empirical Evidence Insights from Northern Cape, South Africa". *Agriculture* 12 (4): 442.
- Barreau, Antonia, José Tomás Ibarra, Felice S. Wyndham, Alejandro Rojas, and Robert A. Kozak. 2016. "How Can We Teach Our Children If We Cannot Access the Forest? Generational Change in Mapuche Knowledge of Wild Edible Plants in Andean Temperate Ecosystems of Chile". *Journal of Ethnobiology* 36 (2): 412–32.
- Barreau, Antonia and María Ignacia Ibarra. 2019. "Mujeres mapuche y huertas andinas: espacios de fertilidad, soberanía y transmisión de saberes". En *Huertas familiares y comunitarias: cultivando soberanía alimentaria*, editado por José Tomás Ibarra, Julián Caviedes, Antonia Barreau and Natalia Pessa. 127-138.
- Beltrán-Tolosa, Lucila Marcela, Gisella S. Cruz-García, Jhon Ocampo, Prajal Pradhan, and Marcela Quintero. 2022. "Rural Livelihood Diversification Is Associated with Lower Vulnerability to Climate Change in the Andean-Amazon Foothills". *PLOS Climate* 1 (11): e0000051.
- Bennett, Magdalena, Mark New, Jorgelina Marino, and Claudio Sillero-Zubiri. 2016. "Climate Complexity in the Central Andes: A Study Case on Empirically-Based Local Variations in the Dry Puna". *Journal of Arid Environments* 128: 40–49.
- Berkes, Fikret, and Nancy Turner. 2005. "Conocimiento, Aprendizaje y La Flexibilidad de Los Sistemas Socioecológicos". *Gaceta Ecológica* 77: 5–17.
- Bhattarai, Basundhara, Ruth Beilin, and Rebecca Ford. 2015. "Gender, Agrobiodiversity, and Climate Change: A Study of Adaptation Practices in the Nepal Himalayas". *World Development* 70: 122–32.
- Bocco, Gerardo, Berenice Solís Castillo, Quetzalcóatl Orozco-Ramírez, and Adrián Ortega-Iturriaga. 2019. "La Agricultura En Terrazas En La Adaptación a La Variabilidad Climática En La Mixteca Alta, Oaxaca, México". *Journal of Latin American Geography* 18 (1): 141–68.
- Boisier, Juan P., Camila Alvarez-Garretón, Raúl R. Cordero, Alessandro Damiani, Laura Gallardo, René D. Garreaud, Fabrice Lambert, Cinthya Ramallo, Maisa Rojas, and Roberto Rondanelli. 2018. "Anthropogenic Drying in Central-Southern Chile Evidenced by Long-Term Observations and Climate Model Simulations". *Elementa Science of the Anthropocene* 6.
- Carmona, Rosario. 2022. "Resilience Requires Change: Assessing Pehuenche Responses to Climate Change Impacts in Southern Chile". *Environmental Justice* 15 (3): 185–95.
- Carmona, Rosario, Anna Schlingmann, Victoria Reyes-García, and Santiago Álvarez-Fernández. 2024. "Respuestas Prácticas a Barreras Políticas. Factores Que Limitan La Adaptación Transformadora al Cambio Climático En Lonquimay, Chile". *Revista De Geografía Norte Grande* (88): 1–28.
- Carmona, R., Marchant, C., Rupayan, J., & Rodríguez-Díaz, P. 2025. "Socio-ecological changes in the Southern Andes: Transformations in Pehuenche seasonality". *Time & Society*, 0 (0). <https://doi.org/10.1177/0961463X241304522>
- Caviedes, Julián, José Tomás Ibarra, Laura Calvet-Mir, and André Braga Junqueira. 2023. "'Listen to Us': Small-Scale Farmers' Understandings of Social-Ecological Changes and Their Drivers in Important Agricultural Heritage Systems". *Regional Environmental Change* 23 (4).
- Córdoba, Cindy, Sonia Hortúa Romero, and Tomás León-Sicard. 2020. "Resilience to Climate Variability: The Role of Perceptions and Traditional Knowledge in the Colombian Andes". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44 (4): 419–45.
- Cortés, Josefina, Isabel Ugalde, Julián Caviedes, and José Tomás Ibarra. 2019. "Semillas de Montaña: Recolección, Usos y Comercialización Del Piñón de La Araucaria Por Comunidades Mapuche-Pewenche Del Sur de Los Andes". *Pirineos* 174: 048.
- Denevan, William M. 1983. "Adaptation, Variation, and Cultural Geography". *The Professional Geographer* 35 (4): 399–407.
- Dorji, Tashi, Kinley Rinchen, Angus Morrison-Saunders, David Blake, Vicki Banham, and Sonam Pelden. 2024. "Understanding How Indigenous Knowledge Contributes to Climate Change Adaptation and Resilience: A Systematic Literature Review." *Environmental Management*, 1101–23. <https://doi.org/10.1007/s00267-024-02032-x>.
- FAO. 2022. Chakra Andina: Un sistema agrícola ancestral de las comunidades Kichwas de Cotacachi. Roma: FAO
- Fiol, Aina Socies, and Mamen Cuéllar Padilla. 2017. "¿Quién Mantiene la Memoria Biocultural y La Agrobiodiversidad En la Isla de Mallorca? Algunos Aprendizajes Desde Las Variedades Locales de Tomate". *Revista De Dialectología Y Tradiciones Populares* 72 (2): 477.

Guest, Greg, Arwen Bunce and Laura Johnson. 2006. "How Many Interviews Are Enough? An experiment with Data Saturation and Variability". *Field Methods*.

Heikkinen, Anna. 2017. "Climate Change in the Peruvian Andes: A Case Study on Small-Scale Farmers' Vulnerability in the Quillcay River Basin". *Iberoamericana – Nordic Journal of Latin American and Caribbean Studies* 46 (1): 77–88.

Hernández, Roberto, Carlos Fernández, y Pilar Baptista. 2014. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México: McGraw-Hill.

Holt-Giménez, Eric. 2017. *El Capitalismo También Entra Por La Boca: Comprendamos La Economía Política de Nuestra Comida*.

Ibarra, José Tomás, Julián Caviedes, Antonia Barreau, and Natalia Pessa. 2019. *Huertas Familiares y Comunitarias: Huertas Familiares Y Comunitarias*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkrkbbx.6>

Ibarra, José Tomás, Julián Caviedes, Tomás Altamirano, Romina Urra, Antonia Barreau, and Francisca Santana. 2021. "Social-Ecological Filters Drive the Functional Diversity of Beetles in Homegardens of Campesinos and Migrants in the Southern Andes". *Scientific Reports* 11: 12462.

Ibarra, J. T., R. Petitpas, A. Barreau, J. Caviedes, J. Cortés, G. Orrego, G. Salazar & T. A. Altamirano. 2022. "Becoming tree, becoming memory: social-ecological fabrics in Pewen (Araucaria araucaria) landscapes of the southern Andes. Ch. 2". In Wall, J. (Ed.) *The cultural value of trees: folk value and biocultural conservation*. Routledge, Abingdon, UK. 15–31.

Ibarra, José Tomás, Julián Caviedes, Carla Marchant, Sarah-Lan Mathez-Stiefel, Silvia Navarro-Manquilef, and Fausto O. Sarmiento. 2023. "Mountain Social-Ecological Resilience Requires Transdisciplinarity with Indigenous and Local Worldviews". *Trends in Ecology & Evolution* 38 (11): 1005–9.

Ibarra, J. T., J. Caviedes, C. Monterrubio-Solís, A. Barreau & C. Marchant. 2024a. "Social-ecological resilience: knowledge of agrobiodiversity by campesinos and migrants in the face of global changes". *Journal of Environmental Management* 370: 122461.

Ibarra, José Tomás, Julián Caviedes and Antonia Barreau. 2024b. "Cultivating Homegardens in the Southern Andes: Agrobiodiversity, Learning, and Sovereignty from Interculturality." En *Embodying Biodiversity: Sanctuaries in Charged Climates*, editado por T. Gagnon y V. Nazarea. Tucson, AZ: The University of Arizona Press.

Ilustre Municipalidad de Melipeuco. 2021. *Plan de Desarrollo Comunal de Melipeuco 2022–2026*.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2017. *Resultados Censo 2017 por país, regiones y comunas*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadísticas.

International Network of Mountain Indigenous People. 2024. "The Huaran Declaration : Indigenous Peoples Are The," no. June.

IPCC. 2023. "Summary for Policymakers: Synthesis Report." *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*, 1–34.

Izquierdo, Andrea E., and Anna Schlingmann. 2023. "Local Perceptions of Climate Change in the Context of Socioeconomic and Political Changes in a High Andean Community from the Argentine Puna". In *Routledge eBooks*, 136–50.

Kaulen-Luks, Santiago, Carla Marchant, Fernanda Olivares, and José Tomás Ibarra. 2022. "Biocultural Heritage Construction and Community-Based Tourism in an Important Indigenous Agricultural Heritage System of the Southern Andes". *International Journal of Heritage Studies* 28 (10): 1075–90.

Leonard, Sonia, Meg Parsons, Knut Olawsky, and Frances Kofod. 2013. "The Role of Culture and Traditional Knowledge in Climate Change Adaptation: Insights from East Kimberley, Australia". *Global Environmental Change* 23 (3): 623–32.

Lozano-Povis, Arlitt, Carlos E. Alvarez-Montalván, and Nabil Moggiano. 2021. "Climate Change in the Andes and Its Impact on Agriculture: A Systematic Review". *Scientia Agropecuaria* 12 (1): 101–8.

Maffi, Luisa, and Ellen Woodley. 2010. *Biocultural Diversity Conservation*. A Global Sourcebook. Earthscan from Routledge.

Marchant, Carla, Fuentes Nicolás, and Graciela Castet. 2019. "Huertas de montaña: prácticas agroecológicas en la agricultura familiar de La Araucanía andina". En *Huertas familiares y comunitarias: cultivando soberanía alimentaria*, editado por José Tomás Ibarra, Julián Caviedes, Antonia Barreau and Natalia Pessa. 127–138.

Marchant, Carla, Fuentes Acuña Nicolás, Kaulen Luks Santiago, and Ibarra José Tomás. 2020. "Saberes Locales En Huertas de Montaña Del Sur de Los Andes: Un Refugio de Memoria Biocultural Mapuche Pewenche". *Pirineos* 175: 060.

Marchant, Carla, Rodríguez Díaz Paulina, Morales-Salinas Luis, Paz Betancourt Liliana, and Ortega Fernández Luis. 2021. "Practices and Strategies for Adaptation to Climate Variability in Family Farming. An Analysis of Cases of Rural Communities in the Andes Mountains of Colombia and Chile". *Agriculture* 11 (11): 1096.

Marchant, Carla, Olivares Fernanda, Caviedes Julián, Santana Francisca, Monterrubio-Solís Constanza, and Ibarra José Tomás. 2022. "Agrobiodiversity in Mountain Territories: Family Farming and the Challenges of Social-Environmental Changes". In *Springer eBooks*, 313–31.

Mersha, Azeb Assefa, and Frank van Laerhoven. 2018. "The Interplay between Planned and Autonomous Adaptation in Response to Climate Change: Insights from Rural Ethiopia". *World Development* 107: 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.03.001>

Muench, Steffen, Miroslava Bavorova, and Prajal Pradhan. 2021 "Climate Change Adaptation by Smallholder Tea Farmers: A Case Study of Nepal". *Environmental Science & Policy* 116: 136–46.

Murtinho, Felipe. 2016. "What Facilitates Adaptation? An Analysis of Community-Based Adaptation to Environmental Change in the Andes". *International Journal of the Commons* 10 (1): 119–41.

Mussetta, Paula, and María Julia Barrientos. 2015. "Vulnerabilidad de productores rurales de Mendoza ante el Cambio Ambiental Global: clima, agua, economía y sociedad". *Rev. FCA UNCUIYO* 47.

Myers, Norman, Russell Mittermeier, Cristina Mittermeier, Gustavo Fonseca and Jennifer Kent. 2000. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature* 403: 853-858.

Nazarea, V. D. 2006. "Local knowledge and memory in biodiversity conservation". *Annual Review of Anthropology*: 35, 317-335. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123252>

O'Brien, Karen L, and Robin M Leichenko. 2000. "Double Exposure: Assessing the Impacts of Climate Change within the Context of Economic Globalization". *Global Environmental Change* 10 (3): 221-32.

Oyarzo, Camilo, Carla Marchant and José Tomás Ibarra. 2024a. "Transformación Del Patrimonio Biocultural En El Archipiélago de Chiloé: Un Sistema Importante Del Patrimonio Agrícola Mundial". *Revista RIVAR* 11 (31): 230-47.

Oyarzo, Camilo, Santiago Kaulen, Carla Marchant, Paulina Rodríguez, Julián Caviedes, Marcelo D. Miranda, Germán Schlicht, and José Tomás Ibarra. 2024b. "Vulnerability of Small-Scale Farming Livelihoods under Climate Variability in a Globally Important Archipelago of the Global South". *Environmental and Sustainability Indicators* 24: 100540.

Paerregaard, Karsten. 2024. "Adaptive Migration: Climate Change, Climate Migration, and Climate Adaptation in Peru's Highlands Communities". *Iberoamericana – Nordic Journal of Latin American and Caribbean Studies* 53 (1): 20-30.

Pica-Téllez, A., R. Garreaud, F. Meza, S. Bustos, M. Falvey, M. Ibarra, K. Duarte, R. Ormazábal, R. Dittborn, and I. Silva. 2020. *Informe Proyecto ARCLim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile*. Santiago, Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata, para el Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Prieto-Cornejo, María R., Jaime A. Matus-Gardea, Francisco Gavi-Reyes, José M. Omaña-Silvestre, José J. Brambila-Paz, Julio Sánchez-Escudero, and Miguel Martínez-Damián. 2019. "Evolution of the Area Cultivated to Common Bean and Economic Impact of Drought on Its Yield under Rainfed Conditions in Mexico". *Revista Fitotecnia Mexicana* 42 (2): 173-82.

Rashidi, Tayebbeh, Mohammad Reza Pakravan-Charvadeh, Saeed Gholamrezai, and Mehdi Rahimian. 2024. "Unveiling the Nexus of Climate Change, Adaptation Strategies, and Food Security: Insights from Small-Scale Farmers in Zagros Mountains in Iran". *Environmental Research* 252: 118691.

Rodríguez-Díaz, Paulina, Rocío Almuna, Carla Marchant, Sally Heinz, Roxana Lebuy, Juan L. Celis-Diez, and Pablo Díaz-Siefer. 2022. "The Future of Rurality: Place Attachment among Young Inhabitants of Two Rural Communities of Mediterranean Central Chile". *Sustainability* 14 (1): 546.

Rodríguez-Díaz P., Marchant C., Oyarzo C. and Ibarra J. T. 2025. "Social-ecological vulnerability of small-scale farming in the southern Andes: the role of Indigenous and Local Ecological Knowledge in adaptation to climate variability". *Front. Sustain. Food Syst.* 9: 1601566. doi: 10.3389/fsufs.2025.1601566

Rozzi, Ricardo. 2018. "Biocultural Homogenization: A Wicked Problem in the Anthropocene." In *Ecology and Ethics*, 21-48.

Sanguinetti, Javier, Rebecca S. Ditgen, Sergio R. Donoso-Calderón, Martín A. Hadad, Leonardo Gallo, Mauro E. González, J. Tomás Ibarra et al. 2023. "Información Científica Clave Para La Gestión y Conservación Del Ecosistema Biocultural Del Pewén En Chile y Argentina". *Bosque (Valdivia)* 44 (1): 179-90.

Schlingmann, Anna, Sonia Graham, Petra Benyei, Esteve Corbera, Irene Martinez Sanesteban, Andrea Marelle, Ramin Soleymani-Fard, and Victoria Reyes-García. 2021. "Global Patterns of Adaptation to Climate Change by Indigenous Peoples and Local Communities. A Systematic Review". *Current Opinion in Environmental Sustainability* 51 (March 21, 2021): 55-64.

Schlingmann, Anna. 2024. *Global Patterns and Local Realities: Adaptation to Climate Change Impacts by Indigenous Peoples and Local Communities*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

Smit, B. and Pilifosova, O. 2001. "Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity". In: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, IPCC Assessment Report, IPCC.

Speelman, E. N., J. C. J. Groot, L. E. García-Barrios, K. Kok, H. Van Keulen, and P. Tittonell. May 21, 2014. "From Coping to Adaptation to Economic and Institutional Change – Trajectories of Change in Land-Use Management and Social Organization in a Biosphere Reserve Community, Mexico". *Land Use Policy* 41: 31-44.

Vargas, Cindy Alexandra Córdoba, Sonia Hortúa Romero, and Tomás León-Sicard. August 11, 2019. "Resilience to Climate Variability: The Role of Perceptions and Traditional Knowledge in the Colombian Andes". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44 (4): 419-45.

Toledo, Víctor; Barrera-Bassols, Narciso. 2009. "La Memoria Biocultural". *Cuadernos de Biodiversidad*.

UNFCCC. 2024. "Expert Dialogue on Mountains and Climate Change: Informal summary report by the secretariat".

Urra, Romina, and José Tomás Ibarra. 2018. "Estado Del Conocimiento Sobre Huertas Familiares En Chile: Agrobiodiversidad y Cultura En Un Mismo Espacio". *Etnobiología* 16 (1): 31-46.

Zant, Marijn, Anna Schlingmann, Victoria Reyes-García, and David García-del-Amo. 2023. "Incremental and Transformational Adaptation to Climate Change among Indigenous Peoples and Local Communities: A Global Review". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 28 (8): 1-24. <https://doi.org/10.1007/s11027-023-10095-0>