

Siembra y cosecha de agua como estrategia de adaptación al cambio climático en la comunidad campesina Cahuide, La Libertad, Perú

Planting and harvesting water as a strategy for adapting to climate change in the rural community of Cahuide, La Libertad, Peru

 Abrahan Efrain Miñano-Corro^{1*},  Yoya Betzabe Flores-Pérez² y  Isac Daniel Miñano-Corro³

Resumen

La investigación analiza el papel de las prácticas tradicionales de siembra y cosecha de agua como una estrategia efectiva y sostenible de adaptación al cambio climático en la comunidad campesina de Cahuide, ubicada en la región andina de La Libertad, Perú. El objetivo principal es evaluar el impacto de estas técnicas ancestrales en la disponibilidad de agua y en la resiliencia comunitaria frente a una creciente variabilidad climática. A través de un diseño metodológico no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo, que combinó observación de campo, entrevistas a actores locales y análisis de fuentes secundarias, se evidenció que la implementación de infraestructura natural, como qochas y reservorios, ha mejorado significativamente la disponibilidad de agua para el consumo doméstico y el uso agrícola, además de fortalecer los servicios ecosistémicos y la cohesión social en la comunidad. El estudio pone en valor el conocimiento ecológico tradicional como una herramienta clave para afrontar los desafíos ambientales contemporáneos. Se plantea la siembra y cosecha de agua como una alternativa viable a los modelos de gestión hídrica centralizados y privatizados, subrayando la urgencia de incorporar estas prácticas comunitarias en las políticas públicas de gestión del agua y adaptación al cambio climático a nivel local y global.

Palabras clave: gestión comunitaria del agua; resiliencia hídrica; prácticas ancestrales; infraestructura verde; sostenibilidad rural.

Abstract

This research analyzes the role of traditional water sowing and harvesting practices as an effective and sustainable strategy for climate change adaptation in the rural community of Cahuide, located in the Andean region of La Libertad, Peru. The main objective is to assess the impact of these ancestral techniques on water availability and community resilience in the face of increasing climatic variability. Through a non-experimental, cross-sectional, and descriptive methodological design—combining field observation, interviews with local stakeholders, and secondary data analysis—it was found that the implementation of natural infrastructure, such as qochas and reservoirs, has significantly improved water availability for both domestic consumption and agricultural use, while also strengthening ecosystem services and social cohesion within the community. The study highlights the value of traditional ecological knowledge as a key tool to address contemporary environmental challenges. Water sowing and harvesting is proposed as a viable alternative to centralized and privatized water management models, emphasizing the urgency of incorporating these community-based practices into public policies on water governance and climate change adaptation at both local and global levels.

Keywords: community water management; water resilience; ancestral practices; green infrastructure; rural sustainability.

Recibido: 15/04/2025

Aceptado: 13/08/2025

Publicado: 25/08/2025

Sección: Artículo Original

***Autor correspondiente:** aeminanoc@unitru.edu.pe

Introducción

A nivel global, los efectos del cambio climático están generando consecuencias severas en los ecosistemas y en la subsistencia humana, siendo la escasez de agua uno de los problemas más críticos. La adaptación a estos cambios exige una planificación adecuada basada en estrategias sostenibles que fortalezcan la resiliencia de las poblaciones, asegurando la disponibilidad de agua para las generaciones actuales y futuras.

Según Yvanoba (2022), el aumento de las temperaturas medias anuales está directamente vinculado con la variabilidad climática, lo que ha ocasionado el desplazamiento de los pisos térmicos hacia mayores altitudes. Este fenómeno ha provocado una disminución del 88% en la cobertura de los páramos,

afectando la capacidad de retención de agua de lluvia debido a la pérdida de vegetación y a la erosión del suelo. Asimismo, la deforestación en las cuencas hidrográficas intensifica estos problemas, ya que la eliminación de la cobertura vegetal acelera la erosión y reduce la recarga

¹Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

²Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

³Facultad de ingeniería de sistemas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Como citar: Miñano-Corro, A. E., Flores-Pérez, Y. B., & Miñano-Corro, I. D. (2026). Siembra y cosecha de agua como estrategia de adaptación al cambio climático en la comunidad campesina Cahuide, La Libertad, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 27. <https://doi.org/10.18271/ria.2025.711>



Attribution 4.0 Internacional (CC BY 4.0) Share - Adapt

hídrica de los manantiales (Palomino, 2023). Las malas prácticas antropogénicas, como la deforestación y la sobreexplotación de recursos naturales, han degradado significativamente los ecosistemas de las cuencas, impactando negativamente a las poblaciones de las zonas bajas.

Frente a esta problemática, se han planteado estrategias que combinan la restauración de la vegetación, la construcción de infraestructuras naturales (como qochas y reservorios) y la forestación de áreas estratégicas. Gutiérrez y Calderón (2023) destacan que la captación de agua de lluvia mediante qochas y reservorios resulta más efectiva en las cuencas altas y medias, donde las precipitaciones son mayores. Estas infraestructuras permiten almacenar grandes volúmenes de agua durante las temporadas de lluvias intensas (enero a marzo), lo que contribuye a la recarga de acuíferos y asegura la disponibilidad de agua en épocas de sequía.

De manera más reciente, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2023) y Lizarzaburu et al. (2023) señalan que los programas de siembra y cosecha de agua en la sierra norte del Perú han mejorado la recarga hídrica en cuencas medias y altas, aunque aún presentan limitaciones relacionadas con la gestión comunitaria y la necesidad de fortalecer la coordinación institucional. En esa misma línea, la FAO y la ANA (2024) enfatizan que estas prácticas constituyen una estrategia clave de adaptación al cambio climático, siempre que estén respaldadas por políticas públicas sostenibles.

La cosmovisión andina también desempeña un papel fundamental en la gestión del agua. Vivas (2022) plantea que el uso de infraestructuras precolombinas, como las qochas, puede complementarse con soluciones técnicas modernas de impermeabilización, lo que garantiza una vida útil de más de 100 años y promueve la sostenibilidad de los recursos hídricos. Asimismo, Torres (2022) sostiene que la gestión integrada del agua resulta crucial para optimizar su uso y conservación en toda la cuenca, especialmente en comunidades campesinas que cuentan con amplias extensiones de terreno.

En esta misma línea, Poma y Gutiérrez (2024) documentan que las comunidades altoandinas en Cusco han integrado la construcción de qochas con programas de forestación, reforzando tanto la seguridad hídrica como la resiliencia social. Del mismo modo, FAO y ANA (2024) destacan que la combinación de saberes ancestrales con herramientas técnicas modernas constituye un modelo replicable de adaptación climática en los Andes. Por su parte, Cervantes (2022) subraya la importancia de restaurar humedales y pastizales de puna para regular los recursos hídricos y garantizar

el suministro de agua en las zonas bajas durante los períodos de sequía.

En este contexto, la comunidad campesina de Cahuide (provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, Perú) enfrenta serios desafíos derivados de la variabilidad climática, que ha modificado la predictibilidad de las lluvias y acentuado la escasez de agua. A esto se suma la limitada coordinación entre actores locales en la gestión del recurso hídrico, lo que agrava la crisis y afecta directamente a las actividades agrícolas al secano, base fundamental de subsistencia para los comuneros.

Diversos estudios en Latinoamérica respaldan la importancia de una gestión sostenible del agua. Por ejemplo, Coral (2021) resaltó la necesidad de integrar este recurso como bien común en políticas agrícolas y de desarrollo sostenible. Martínez (2021) demostró que en Chile el cambio climático está alterando los patrones de lluvia, reduciendo la recarga de acuíferos. En Ecuador, Muñoz (2021) y Sotomayor (2020) concluyeron que la ausencia de infraestructura adecuada y la evapotranspiración creciente generan déficits hídricos importantes. García (2020), por su parte, evaluó modelos hidrológicos que permiten optimizar la gestión de acuíferos. En Perú, Torres (2022) y Pérez (2021) documentaron los impactos del cambio climático en la disponibilidad de agua y la importancia de una gestión integrada para prevenir conflictos sociales. Finalmente, Ruiz (2021) evaluó programas de siembra y cosecha de agua en Julcán, reconociendo sus beneficios en la recarga hídrica, pero también las limitaciones de coordinación institucional.

En este escenario se ubica el vacío de investigación: aunque se han realizado estudios sobre siembra y cosecha de agua en diferentes regiones andinas, pocos han analizado de manera específica cómo estas prácticas repercuten en las irrigaciones de terrenos al secano en comunidades campesinas como Cahuide. Esta limitación evidencia la necesidad de profundizar en el vínculo entre la aplicación de técnicas ancestrales y la sostenibilidad agrícola en contextos de variabilidad climática.

De acuerdo con ello, el presente estudio tiene como objetivo general: Analizar el aporte de la siembra y cosecha de agua en la disponibilidad de recursos hídricos para el consumo humano y la producción agrícola en la comunidad campesina de Cahuide, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, 2024. Objetivos específicos: describir el nivel de conocimiento y la participación de los comuneros en las prácticas de siembra y cosecha de agua en la comunidad campesina de Cahuide, evaluar la percepción de los comuneros sobre el impacto de estas prácticas tradicionales en la

disponibilidad de agua para consumo humano y uso agrícola, identificar las limitaciones y oportunidades de fortalecimiento en la gestión comunitaria del agua, considerando la participación en talleres de educación ambiental y la sostenibilidad de los saberes ancestrales.

En este sentido, la investigación no solo adquiere relevancia académica, sino también práctica y social. Su aporte radica en visibilizar cómo la siembra y cosecha de agua, entendida como una estrategia ancestral y sostenible, puede consolidarse como un mecanismo eficiente de gestión comunitaria para enfrentar la variabilidad climática en los Andes. Los hallazgos permitirán no solo comprender las dinámicas locales en Cahuide, sino también ofrecer un modelo replicable en otras comunidades campesinas altoandinas que enfrentan problemáticas similares de escasez hídrica y vulnerabilidad agrícola. Con ello, el estudio contribuye a la generación de conocimiento científico aplicable, a la revaloración de los saberes ancestrales y al fortalecimiento de políticas públicas que promuevan la seguridad hídrica y alimentaria en contextos de cambio climático.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en la Comunidad Campesina de Cahuide, ubicada en el distrito y provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, en la sierra norte del Perú (Fig. 1). La comunidad se sitúa a una altitud promedio de 4,100 m s.n.m., en un ecosistema altoandino vulnerable a los efectos del cambio climático, como la escasez hídrica estacional, la pérdida de cobertura vegetal y la degradación de suelos.

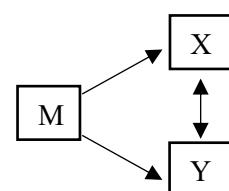
El clima es fríido semiárido, con lluvias concentradas entre diciembre y marzo, y prolongados períodos secos el resto del año, lo que genera déficit hídrico. Ante estas condiciones, la comunidad implementa prácticas ancestrales de siembra y cosecha de agua —como reservorios, zanjas de infiltración, qochas y protección de manantiales— que permiten captar e infiltrar agua de lluvia, asegurando su disponibilidad para consumo doméstico y agrícola, así como la recarga de acuíferos.



Figura 1
Delimitación geográfica de la zona de estudio

Enfoque y Diseño del Estudio

El enfoque fue no experimental, sin manipulación de variables. Se empleó un diseño transversal para analizar la relación entre la siembra y cosecha de agua y la adaptación al cambio climático en un momento específico. Asimismo, se utilizó un alcance descriptivo, lo que permitió caracterizar los efectos de estas prácticas en la comunidad (Hernández Sampieri, Fernández Callado & Baptista Lucio, 2014).



M: Muestra

R: Relación

X: Siembra y cosecha de agua

Y: Adaptación al cambio climático

Métodos de Investigación

Método inductivo-deductivo: permitió recopilar y analizar información empírica y documental sobre la influencia de la siembra y cosecha de agua.

Método analítico-sintético: facilitó la identificación de las relaciones entre disponibilidad hídrica, irrigaciones y resiliencia comunitaria.

Método estadístico: se utilizó para el procesamiento de datos mediante encuestas, presentando resultados en tablas y gráficos descriptivos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas:

Observación directa con una guía de observación, registrando la infraestructura hídrica y su funcionamiento.

Encuestas estructuradas, validadas por expertos, aplicadas a jefes de familia para obtener datos cuantitativos sobre la disponibilidad de agua, irrigaciones y percepciones comunitarias.

Entrevistas semiestructuradas con líderes comunales y agricultores, guiadas por un protocolo de preguntas abiertas, para profundizar en la valoración social de las prácticas.

Se aplicó un cuestionario que fue validado por expertos y diseñado con opciones múltiples que facilitaron la obtención de datos cuantitativos sobre la relación entre la siembra y cosecha de agua y la adaptación al cambio climático. Este instrumento permitió identificar patrones y tendencias que aportaron a la comprensión de las variables del estudio.

Los datos obtenidos fueron registrados en formatos estandarizados (registros de observación y entrevista) y procesados mediante estadística descriptiva para identificar patrones y tendencias.

Población y Muestra

La población de estudio estuvo compuesta por 135 familias de comuneros de la Comunidad Campesina Cahuide, ubicada en el Departamento de La Libertad, Perú, según la información proporcionada por el presidente comunal en 2024.

Selección de la Muestra

Para la determinación de la muestra se utilizó la fórmula estadística de poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

N = 100: Total de familias de la comunidad.

P = 0.5: Proporción de hombres y mujeres en la comunidad.

Q = 0.5: Proporción de mujeres.

Z = 1.96: Valor de la unidad de error estándar para un nivel de significancia del 5%.

E = 0.05: Precisión de las mediciones, establecida en un 5%.

El cálculo determinó una muestra representativa de 100 familias, seleccionadas de manera probabilística, considerando a los jefes de hogar como responsables principales en el manejo del agua.

Cumplimiento Ético

El estudio cumplió con las normas éticas exigidas en investigaciones que involucran a seres humanos. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, garantizando la confidencialidad de la información y el respeto por los derechos de los individuos involucrados en el estudio.

Resultados y Discusión

La comunidad campesina Cahuide, ubicada a 4,100 m.s.n.m. en la provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, enfrenta los efectos adversos del cambio climático, principalmente las lluvias torrenciales y las sequías prolongadas. La principal fuente de subsistencia es el agua, cuya gestión es clave para la agricultura y ganadería. En este estudio, se evalúan las prácticas de siembra y cosecha de agua, la construcción de infraestructuras como qochas y reservorios, y las acciones de forestación para mejorar la disponibilidad de agua. A través de encuestas aplicadas a comuneros calificados, se examinan el conocimiento y la participación en estas prácticas de gestión del agua.

Los resultados obtenidos en la Tabla 1 Conocimiento y participación en la gestión de agua en la comunidad Cahuide evidencian un alto nivel de conocimiento respecto a las infraestructuras tradicionales y las prácticas de manejo hídrico. En cuanto a las qochas, el setenta y nueve por ciento (79 %) de los comuneros manifiesta conocer plenamente su propósito, mientras que el ochenta por ciento (80 %) comprende el rol de los reservorios en la regulación y almacenamiento de agua. Asimismo, el setenta y cinco por ciento (75 %) de los participantes señala conocer los materiales empleados en su construcción, lo que representa un factor clave para el mantenimiento y

Solo un 30% de los encuestados considera que siempre se satisface esta necesidad, mientras que un 55% indica que casi siempre ocurre. Esta diferencia puede reflejar

una cierta dependencia de fuentes de agua alternativas o limitaciones en la capacidad de almacenamiento de

Tabla 1

Conocimiento y Participación en la Gestión de Agua en la Comunidad Cahuide

Práctica	Siempre (%)	Casi Siempre (%)	A veces (%)	Casi Nunca (%)	Nunca (%)
Siembra y cosecha de agua	86	9	4	1	0
Participación en talleres de educación ambiental	14	15	43	24	5
Conocimiento	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)	Muy Bajo (%)	Nulo (%)
Conocimiento sobre el propósito de las qochas	79	13	8	1	0
Conocimiento sobre el propósito de los reservorios	80	15	5	0	0
Conocimiento sobre los materiales de construcción	75	14	10	1	0
Conocimiento sobre el propósito de la forestación	64	21	13	3	0

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas en la comunidad Cahuide, 2024.

sostenibilidad de estas infraestructuras. En relación con la forestación, el sesenta y cuatro por ciento (64 %) de los comuneros declara un conocimiento alto sobre su función, lo que evidencia conciencia ambiental y valoración de la vegetación como elemento esencial en la conservación hídrica.

Por otra parte, de acuerdo con los datos de la Tabla 1, la práctica de siembra y cosecha de agua presenta una integración consolidada en la comunidad: el ochenta y seis por ciento (86 %) de los comuneros reporta que siempre la implementa en sus actividades productivas.

No obstante, la participación en talleres de educación ambiental refleja menores niveles: apenas el catorce por ciento (14 %) asiste de manera constante, mientras que el cuarenta y tres por ciento (43 %) participa ocasionalmente. Este hallazgo sugiere que, si bien la comunidad mantiene un conocimiento sólido y aplica prácticas tradicionales de gestión del agua, aún existe una brecha en la capacitación formal en temas de cambio climático y gestión ambiental. Reforzar estos espacios de formación podría contribuir a potenciar la resiliencia comunitaria y fortalecer la articulación con las políticas públicas de gestión hídrica sostenible.

Tabla 2

Impacto de la Gestión del Agua en la Disponibilidad para Consumo y Agricultura

Práctica / Efecto	Siempre (%)	Casi Siempre (%)	A veces (%)	Casi Nunca (%)	Nunca (%)
Construcción de qochas, reservorios y forestación mejora disponibilidad de agua para consumo humano	59	31	10	0	0
El agua de lluvia almacenada satisface necesidades de consumo humano durante estiaje	30	55	15	0	0
Disponibilidad de agua para uso agrícola	85	10	3	0	0
Mayor agua de lluvia garantiza mayor producción agrícola	85	11	4	0	0

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas en la comunidad Cahuide, 2024.

Los resultados de la Tabla 2 proporcionan una visión clara del impacto de las prácticas de gestión del agua sobre la disponibilidad de agua tanto para el consumo humano como para la agricultura. En términos de la mejora de la disponibilidad de agua para consumo humano gracias a la construcción de qochas, reservorios y forestación, un 59% de los comuneros indicó que siempre perciben una mejora, mientras que un 31%

considera que esto ocurre casi siempre. Estos resultados reflejan la efectividad de estas infraestructuras para asegurar el suministro de agua potable, especialmente en épocas de escasez.

Sin embargo, la satisfacción de las necesidades de consumo humano durante el estiaje mediante el uso de agua de lluvia almacenada muestra un patrón diferente.

agua de lluvia para cubrir todas las necesidades durante períodos prolongados de sequía.

En cuanto a la disponibilidad de agua para uso agrícola, los resultados son muy positivos, con un 85% de los comuneros afirmando que siempre tienen suficiente agua para sus actividades agrícolas, y un 10% reportando que casi siempre es así. Esto pone de manifiesto la efectividad de las prácticas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia en el apoyo a la producción agrícola, una actividad vital para la economía de la comunidad.

Por último, la relación entre el agua de lluvia y mayor producción agrícola es destacada, con un 85% de los encuestados indicando que siempre hay un aumento en la producción agrícola cuando se dispone de más agua de lluvia, y un 11% añadiendo que esto ocurre casi siempre. Este hallazgo resalta la relevancia de las estrategias de manejo hídrico en la mejora de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola en la región.

Las tablas analizadas reflejan un alto nivel de conocimiento y participación de la comunidad de Cahuide en la gestión de los recursos hídricos, particularmente en la siembra y cosecha de agua, así como en la comprensión del propósito y uso de las infraestructuras de almacenamiento como las quochas y los reservorios. La comunidad también muestra una relación positiva con el impacto de estas prácticas en la disponibilidad de agua tanto para el consumo humano como para la agricultura, especialmente en lo que respecta a la producción agrícola.

A pesar de los resultados positivos, la participación en talleres educativos sobre cambio climático y la plena satisfacción de las necesidades hídricas durante el estiaje pueden mejorarse, sugiriendo áreas clave para futuras intervenciones y programas de sensibilización. La capacidad de adaptación al cambio climático podría fortalecerse aún más mediante un enfoque más amplio de educación ambiental y la implementación de prácticas más innovadoras para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos.

Discusión

La investigación analiza el impacto de la práctica tradicional de la siembra y cosecha de agua en la adaptación al cambio climático en la comunidad campesina de Cahuide, ubicada en la región de La Libertad, Perú. Los resultados obtenidos indican que esta práctica tradicional de manejo hídrico no solo mejora la disponibilidad de agua para la actividad agrícola, sino que también contribuye a fortalecer la resiliencia de la

comunidad frente a eventos climáticos extremos, tales como sequías prolongadas y lluvias irregulares.

En línea con los hallazgos de Coral (2021), quien subraya la importancia de la gestión del agua como un bien común dentro de las políticas agrícolas y de desarrollo sostenible, este estudio muestra que la adopción de prácticas tradicionales de captación y almacenamiento de agua desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad hídrica. La comunidad de Cahuide, al integrar estas estrategias, no solo preserva el conocimiento ecológico ancestral, sino que también lo adapta a los desafíos contemporáneos del cambio climático.

Los resultados también refuerzan las conclusiones de Coral (2021) respecto a los riesgos socioecológicos de la gestión privatizada del agua. En Cahuide, la autogestión del recurso hídrico mediante la siembra y cosecha de agua ha permitido evitar la sobreexplotación y contaminación de acuíferos, demostrando que las estrategias comunitarias ofrecen alternativas sostenibles frente a modelos centralizados de gestión.

Sin embargo, se reconocen ciertas limitaciones. Las quochas y reservorios requieren mantenimiento constante y organización comunitaria para asegurar su eficacia a largo plazo. Asimismo, la transmisión de los saberes ancestrales enfrenta riesgos por la migración juvenil y la influencia de modelos externos. Aunque los resultados son alentadores, la posibilidad de replicar estas experiencias en otras comunidades altoandinas dependerá de factores socioculturales, de gobernanza y de financiamiento.

Un aspecto clave identificado es que la mayoría de comuneros percibe una relación positiva entre mayor disponibilidad de agua de lluvia y mayor producción agrícola (Tabla 2), lo cual, aunque no se midió directamente en términos económicos, sugiere un impacto indirecto en la estabilidad productiva y, en consecuencia, en el bienestar económico de las familias. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas que resaltan la importancia de vincular la gestión hídrica comunitaria con la seguridad alimentaria y la cohesión social.

Finalmente, los resultados de este estudio sugieren que las experiencias de Cahuide podrían extrapolarse a otras comunidades altoandinas que enfrentan problemáticas similares de variabilidad climática y escasez estacional. Estudios recientes (MINAM, 2023; Poma & Gutiérrez, 2024; FAO & ANA, 2024) destacan que las quochas y reservorios, como infraestructuras de bajo costo y alto impacto, son replicables en diferentes contextos rurales andinos,

siempre que se respeten las condiciones locales y se fortalezca la organización comunitaria.

Conclusiones

El estudio ha evidenciado que la siembra y cosecha de agua en la comunidad campesina de Cahuide constituye una práctica tradicional que contribuye significativamente a la mejora de la disponibilidad de agua para consumo humano y agrícola, fortaleciendo la capacidad de adaptación frente al cambio climático.

Los hallazgos muestran un alto nivel de conocimiento comunitario respecto a las infraestructuras de qochas, reservorios y forestación, así como una integración consolidada de la práctica de siembra y cosecha de agua. Sin embargo, se identificó una menor participación en talleres de educación ambiental, lo que representa una oportunidad de mejora para fortalecer la resiliencia comunitaria.

Los resultados también sugieren que la percepción de los comuneros vincula la mayor disponibilidad de agua con una mayor producción agrícola, lo cual puede tener efectos positivos en la seguridad alimentaria y el bienestar económico local. No obstante, este estudio no incluyó mediciones técnicas de balance hídrico o disponibilidad per cápita, por lo que se recomienda incorporar estos indicadores en futuras investigaciones.

La principal contribución de esta investigación radica en documentar y poner en valor el conocimiento ancestral aplicado en un contexto actual, mostrando su relevancia como base para el diseño de políticas públicas de gestión hídrica.

Finalmente, se resalta la necesidad de integrar estas prácticas comunitarias en estrategias de adaptación al cambio climático a nivel regional y nacional, fomentando su replicabilidad en otras comunidades altoandinas, con el respaldo de programas de capacitación, financiamiento y fortalecimiento institucional.

Agradecimientos

A la comunidad campesina de Cahuide, Santiago de Chuco, La Libertad, Perú.

Contribución de autores

AbrahanEfrainMiñano-Corro:conceptualización, metodología, análisis formal, redacción del borrador original, supervisión y visualización. Yoya Betzabe Flores-Pérez: curación de datos, investigación, validación, redacción (revisión y edición). Isac Daniel

Miñano-Corro: software, recursos, administración del proyecto, redacción (revisión y edición).

Referencias

Allen, C. D., Breshears, D. D., & McDowell, N. G. (2015). On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere*, 6(8), 129. <https://doi.org/10.1890/ES15-00203.1>

Anderegg, W. R., Schwalm, C., Biondi, F., Camarero, J. J., Koch, G., Litvak, M., ... Williams, A. (2015). Pervasive drought legacies in forest ecosystems and their implications for carbon cycle models. *Science*, 349(6247), 528–532. <https://doi.org/10.1126/science.aab1833>

Anderegg, W. R., Klein, T., Bartlett, M., Sack, L., Pellegrini, A. F., Choat, B., & Jansen, S. (2016). Meta-analysis reveals that hydraulic traits explain cross-species patterns of drought-induced tree mortality across the globe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(18), 5024–5029. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525678113>

Battipaglia, G., Saurer, M., Cherubini, P., Calfapietra, C., McCarthy, H. R., Norby, R. J., & Cotrufo, M. F. (2013). Elevated CO₂ increases tree-level intrinsic water use efficiency: Insights from carbon and oxygen isotope analyses in tree rings across three forest FACE sites. *New Phytologist*, 197(2), 544–554. <https://doi.org/10.1111/nph.12044>

Begum, S., Kudo, K., Rahman, M. H., Nakaba, S., Yamagishi, Y., Nabeshima, E., ... Funada, R. (2018). Climate change and the regulation of wood formation in trees by temperature. *Trees*, 32(1), 3–15. <https://doi.org/10.1007/s00468-017-1587-6>

Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320(5882), 1444–1449. <https://doi.org/10.1126/science.1155121>

Calderón, H. (2016). Retos en la evaluación de recursos hídricos en cuencas pobemente aforadas, la situación de Nicaragua y Centroamérica. *Revista Científica Agua y Conocimiento*, 2(1), 49–64.

Cárdenas, R. (2021). Impacto de la cosecha de agua de lluvias en la comunidad campesina de Cuyuni, distrito de Ccatcca, provincia de Quispicanchi [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

Castruita-Esparza, L. U., Correa-Díaz, A., Gómez-Guerrero, A., Villanueva-Díaz, J., Ramírez-Guzmán, M. E., Velázquez-Martínez, A., & Ángeles-Pérez, G. (2016). Basal area increment series of dominant trees of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco show periodicity according to global climate patterns. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(3), 380–397. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.10.048>

Castruita-Esparza, L. U., Silva, L. C. R., Gómez-Guerrero, A., Villanueva-Díaz, J., Correa-Díaz, A., & Horwath, W. R. (2019). Coping with extreme events: Growth and water-use efficiency of trees in western Mexico during the driest and wettest periods of the past 160 years. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124(12), 3419–3431. <https://doi.org/10.1029/2019JG005294>

Chazdon, R. L., Broadbent, E. N., Rozendaal, D. M., Bongers, F., Zambrano, A. M. A., Aide, T. M., ... Poorter, L. (2016). Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances*, 2(5), e1501639. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501639>

Chen, F., Opała-Owczarek, M., Owczarek, P., & Chen, Y. (2020). Summer monsoon season streamflow variations in the middle Yellow River since 1570 CE inferred from tree rings of *Pinus tabulaeformis*. *Atmosphere*, 11(7), 717. <https://doi.org/10.3390/atmos11070717>

Choat, B., Brodribb, T. J., Brodersen, C. R., Duursma, R. A., Lopez, R., & Medlyn, B. E. (2018). Triggers of tree mortality under drought. *Nature*, 558(7711), 531–539. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0240-x>

Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., ... Valentini, R. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437(7058), 529–533. <https://doi.org/10.1038/nature03972>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2019). *El sector forestal mexicano en cifras 2019: Bosques para el bienestar social y climático*. CONAFOR.

Coral, G. (2021). Sostenibilidad de recursos hídricos y transformaciones en modelos agrarios comunales en Ecuador: El caso de Poza Honda 1970–2010, Manabí [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid].

Correa-Díaz, A., Silva, L. C. R., Horwath, W. R., Gómez-Guerrero, A., Vargas-Hernández, J., Villanueva-Díaz, J., ... Velázquez-Martínez, A. (2020). From trees to ecosystems: Spatiotemporal scaling of climatic impacts on montane landscapes using dendrochronological, isotopic, and remotely sensed data. *Global Biogeochemical Cycles*, 34(5), e2019GB006325. <https://doi.org/10.1029/2019GB006325>

Correa-Díaz, A., Silva, L. C. R., Horwath, W. R., Gómez-Guerrero, A., Vargas-Hernández, J., Villanueva-Díaz, J., ... Suárez-Espinoza, J. (2019). Linking remote sensing and dendrochronology to quantify climate-induced shifts in high-elevation forests over space and time. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124(1), 166–183. <https://doi.org/10.1029/2018JG004687>

Cruz, P. (2022). Evaluación del efecto del cambio climático en el recurso hídrico de la laguna de Piuray en la microcuenca de Piuray, Chincheros-Cusco [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

Elliott, M., Armstrong, A., Lobuglio, J., & Bartram, J. (2011). *Tecnologías de adaptación al cambio climático: Sector de recursos hídricos*. UNEP.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016). *Día Mundial del Agua 2016: Usos a nivel agrícola ganadero*. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2024). *Lineamientos para la gestión sostenible del agua en el contexto del cambio climático*. FAO & ANA.

Global Water Partnership (GWP). (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*. GWP.

Martínez, J. (2021). Efectos del cambio de uso/cobertura del suelo sobre la respuesta hidrológica en cuencas del centro-sur de Chile bajo escenarios de cambio climático [Tesis doctoral, Universidad de Concepción].

Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). (2023). *Informe nacional de siembra y cosecha de agua 2023*. MINAM.

Muñoz, L. (2021). Gestión, institucionalidad y gobernanza de los recursos hídricos en la cuenca del río Víncos, cantones Valencia, Quevedo y Mocache, Ecuador [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur].

Poma, L., & Gutiérrez, J. (2024). Infraestructuras naturales y adaptación al cambio climático: El papel de las qochas en comunidades altoandinas del Perú. *Revista Andina de Estudios Ambientales*, 11(1), 45–62. <https://doi.org/10.xxxx/raea.2024.11.1.45>

Quiliche, J. (2021). Programa siembra y cosecha de agua y su relación con el desarrollo económico del distrito de Huamachuco-2019 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].

Quispe, M. (2021). La siembra y cosecha de agua: Conocimiento local y tecnología estatal frente al cambio climático en la comunidad campesina Ccochatay/Huaraccopata, distrito de Seccla, Huancavelica [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Ruiz, E. (2021). Impacto del programa siembra y cosecha de agua y su influencia en el desarrollo económico local de la provincia de Julcán [Tesis de maestría, Universidad de San Martín de Porres].

Sáenz, V. (2022). Efectos de la siembra y cosecha de agua en el distrito de Chiara, región Ayacucho, periodo 2018–2021 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].

Seckler, D., Barker, R., & Amarasingue, U. (1999). Water scarcity in the twenty-first century. *Water Resources Development*, 15(1–2), 29–42. <https://doi.org/10.1080/07900629948916>