

# Siembra y cosecha de agua de lluvia: una medida de seguridad hídrica desde la adaptación basada en ecosistemas (Ayacucho)

Planting and harvesting rainwater: An ecosystem-based adaptation water security measure (Ayacucho)

Max Keneth Quispe Barrios<sup>1\*</sup> 

1 Escuela Profesional de Economía y Gestión Ambiental, Universidad Antonio Ruiz de Montoya, Lima, Perú



**Citar como:** Quispe Barrios, M. (2023). «Siembra y cosecha de agua de lluvia: una medida de seguridad hídrica desde la adaptación basada en ecosistemas (Ayacucho)». *South Sustainability*, 4(2), e085. DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e085

Artículo recibido: 8/9/2023  
Revisado por pares  
Artículo aceptado: 21/11/2023

El presente manuscrito fue seleccionado y presentado en el evento «Diálogos académicos: aportes de la ciencia a nuestro desafío climático, 5.ª ed.» (julio de 2023), organizado por el Ministerio del Ambiente (Minam) y el Grupo Impulsor de Acción Climática de la Academia.



© El autor, 2023. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

\* E-mail de correspondencia:  
71292907@uarm.pe

## RESUMEN

El cambio climático ya se encuentra entre nosotros y debemos combatirlo con medidas de adaptación. Los tiempos extremos y la escasez de precipitación provocan que la sierra peruana tenga alta vulnerabilidad asociada a la seguridad hídrica, agrícola y alimentaria. Frente a ello, la siembra y cosecha de agua de lluvia (SCALL) en la microcuenca de Jeullamayo (Ayacucho) es un conocimiento tradicional que usa la biodiversidad y servicios ecosistémicos para hacer frente al cambio climático. El presente manuscrito recomienda realizar una evaluación social del mejoramiento de la SCALL con el enfoque de la adaptación basado en ecosistemas (AbE). La evaluación indica que la SCALL provee beneficios privados, sociales y externalidades positivas locales y regionales; asimismo, revela un valor actual neto social de S/ 1 099 140 y tasa interna de retorno social de 15,2 %. La decisión de inversión sugiere ejecutar la SCALL.

**Palabras clave:** siembra y cosecha de agua de lluvia, adaptación basada en naturaleza, cambio climático, seguridad hídrica, externalidades positivas

## ABSTRACT

Climate change is already among us, and we must combat it through adaptation measures. Extreme weather and lack of precipitation leave the Peruvian highlands extremely vulnerable in terms of water, agricultural and food security. In this context, the Planting and Harvesting of Rainwater project (SCALL) in the Jeullamayo micro-basin (Ayacucho) is an ancestral practice that uses biodiversity and ecosystem services to address climate change. This article recommends the conducting of a social evaluation for the improvement of the SCALL project through an Ecosystem-Based Adaptation (EbA) approach. The evaluation shows that the SCALL provides private and social benefits and positive local and regional externalities, while also indicating a social net present value of 1,099,140 soles and an internal rate of social return of 15.2%. Therefore, the correct investment decision would be to implement the SCALL project.

**Keywords:** rainwater planting and harvesting, nature-based adaptation, climate change, water security, positive externalities



## Introducción

El sector agropecuario de la zona rural peruana es un factor esencial para el desarrollo socioeconómico; sin embargo, este sector posee problemas frente a los tiempos y climas extremos que provoca el cambio climático. A nivel nacional, Galarza y von Hesse (2011) estimaron que los costos económicos de este cambio serían USD 65 millones y USD 3475 millones si se consideran los daños a 2030 y 2100, respectivamente. Estos montos se calcularon tomando en cuenta un escenario base y futuro propuesto por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático. A nivel regional, a 2050 el sector agrícola de Ayacucho sería afectado por esta variabilidad climática, disminuyendo los rendimientos de la haba, arveja y maíz (FAO, 2017). Asimismo, el Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario (PLANGRACC-A) (2012) indicó que 15 distritos de Ayacucho presentan vulnerabilidad agrícola alta, 1 distrito posee vulnerabilidad muy alta y 40 distritos tienen vulnerabilidad pecuaria alta (Midagri, 2012).



**Figura 1.** Ubicación de la microcuenca Jeullamayo. Jeullamayo pertenece a la cuenca del Mantaro y la vertiente del río Amazonas. El distrito Chuschi al que pertenece está entre las cuencas Pampas y Mantaro.

A nivel local, se identificó un problema en la región Ayacucho. En las comunidades de Unión Potrero y Puncupata, que comprenden la microcuenca de Jeullamayo (figura 1), el cambio climático provoca una limitada seguridad hídrica como problema central, porque existe una inadecuada recarga de acuíferos y poca captación de agua de lluvia, lo que está relacionado con el limitado número de lagunas de agua o *qochas* (figura 2) (Quispe, 2023). Este problema provoca directamente la baja producción agropecuaria en las comunidades y altera los microclimas que generan las lagunas de agua. Sin embargo, también afecta a los servicios ecosistémicos de provisión y regulación hídrica, no tan solo de las comunidades estudiadas, sino también a las comunidades de la cuenca del río Cachi al que pertenece la microcuenca de Jeullamayo (Ochoa *et al.*, 2020).

La microcuenca Jeullamayo capta, regula y alimenta a la represa Cuchoquesera, que alimenta a la cuenca del río Cachi (figura 3). Este efecto indirecto se visualiza

en la pérdida de ganancias de los agricultores ante una escasez de agua. Del mismo modo afecta indirectamente a la ciudad de Huamanga y Huanta (figura 3), puesto que el agua potable de la ciudad está condicionada por la cantidad y calidad de agua captada en la parte alta de la cuenca del río Cachi, como lo es la microcuenca de Jeullamayo. Entonces, la limitada seguridad hídrica, el problema central, provoca que el cambio climático tenga mayor incidencia, para finalmente provocar como efecto final un bajo nivel de desarrollo socioeconómico en las comunidades Puncupata y Unión Potrero.



**Figura 2.** Modelo de laguna de agua de lluvia. Laguna criada Quyllurqocha (Tuco, Quispillacta). La infraestructura de la laguna son cúmulos de tierra y piedras.

Nota. Fuente: ONG ABA Ayacucho, que fue aliada en la investigación.

En vista de estos efectos adversos, la SCALL en la microcuenca de Jeullamayo se presenta como una estrategia de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas (AbE); es decir, una estrategia que se contrapone a la infraestructura gris y, en su lugar, usa la biodiversidad y servicios de los ecosistemas para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático (Proyecto EbA Montaña, 2016; Mayo Mendoza, 2019). La SCALL son intervenciones intencionales que consisten en retener, infiltrar, almacenar y regular aguas derivadas de la lluvia, para ser usadas en un determinado lugar y tiempo (Midagri, 2014) y que se caracterizan por tener costos asequibles (Hendriks, 2018). La SCALL tiene dos fases. La primera es la siembra del agua de lluvia (en qochas) y la segunda es la cosecha (en microrreservorios o con riego tecnificado), cuyo impacto directo se da en la agricultura, la ganadería y el uso doméstico.

## Enfoque y discusión

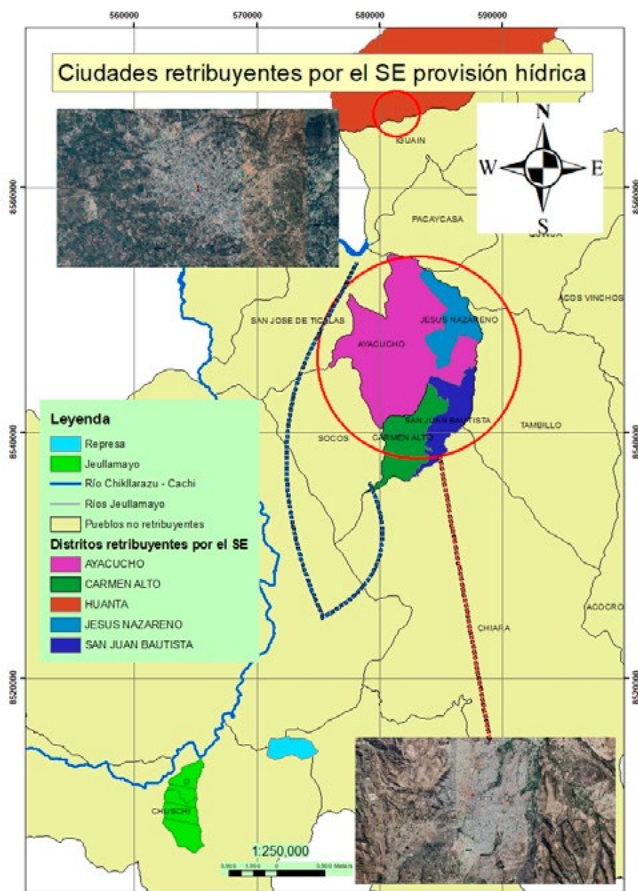
En Jeullamayo habitan 602 agropecuarios con 146 hectáreas totales. Ellos poseen terrenos, tienen déficit hídrico, demandan recursos hídricos y participan en la SCALL. La toma de decisión involucra el análisis de dos escenarios: SCALL sin AbE (sin proyecto) y SCALL con AbE

(con proyecto). Se estimó los beneficios socioeconómicos y ambientales de la ampliación o mejoramiento de la SCALL, entendida como la recuperación de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación hídrica y cultural. En este sentido, el análisis muestra los beneficios de la SCALL (Quispe, 2023). Quispe (2023) calcula que los beneficios directos para el sector agrícola y ganadero ascienden a S/ 1,3 y S/ 2,3 millones anuales, respectivamente; según la disposición a pagar (DAP) por el agua potable y saneamiento de las dos comunidades, estos beneficios sociales ascienden a S/ 40 000 anuales para las comunidades de estudio.

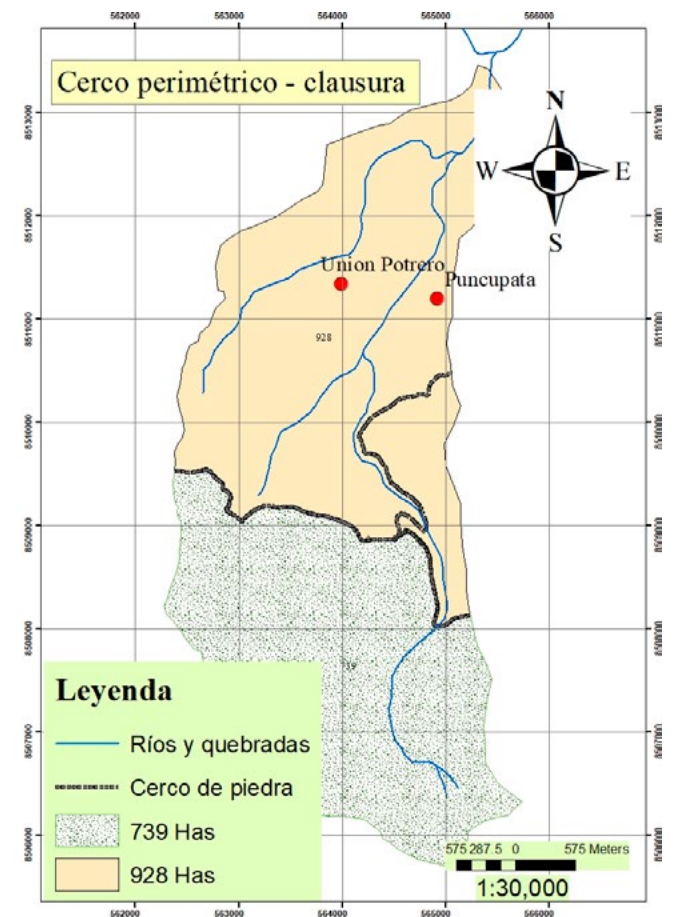
Las externalidades positivas son los beneficios que no son calculados en proyectos comunes. Uno de estos beneficios es la provisión de agua de riego a la cuenca media del río Cachi, que resulta de la valoración que tendrían los agricultores por la misma o mayor cantidad de agua de riego al año. Jeullamayo abastece de agua de lluvia a la represa Cuchoquesera y este abastece a la cuenca media y baja del río Cachi con agua de riego y potable. Entonces se calcula la capacidad bruta de la represa (60 millones de m<sup>3</sup>) y el aporte de Jeullamayo (2,31 %) a esta; asimismo, se calcula el total de agricultores beneficiarios de esta represa (5064). Teniendo estos datos, el trabajo de Quispe (2023) indica que el beneficio anual para Jeullamayo resulta en S/ 7700 soles.

La segunda externalidad positiva que revela el estudio es la provisión de agua potable para las ciudades de Ayacucho y Huanta, que se calcula mediante el pago por servicio ecosistémico hídrico de usuarios de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Ayacucho y Huanta, ello en un escenario de esquema de Mecanismo de Retribución por Servicios Ecológicos Hidrológicos (MRSEH). El beneficio social para Jeullamayo asciende a S/ 89 000 anuales.

La tercera externalidad positiva que calcula el estudio de Quispe (2023) es la captura de carbono por pastos altoandinos. Este se calcula por la cantidad de carbono que capturan los pastos prevalecientes en la zona intervenida de la SCALL. Para este cálculo se identificaron cuatro tipos de pastos altoandinos (*Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunaru*, *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia ligularis*), las hectáreas intervenidas (figura 4), las toneladas de carbono equivalentes al año (tCO<sub>2</sub>eq/ha/año) que capturan estos pastos, su precio social y el costo de transacción en el mercado de carbono. Teniendo estos datos, el beneficio social asciende a S/ 102 000 anuales.



**Figura 3.** Distritos y ciudades beneficiarios de las aguas de la represa Cuchoquesera. Jeullamayo abastece a esta represa; por lo tanto, es proveedor de agua a los distritos. La línea azul representa el río Cachi.



**Figura 4.** Cobertura vegetal en Jeullamayo. La zona pajonal andina es la zona intervenida o cercada con piedras y donde prevalecen los pastos altoandinos. En la zona pajonal se construyen las lagunas de aguas de lluvia.



Los beneficios intangibles, aquellos que no se pueden cuantificar monetariamente, también se identificaron. Estos son los microclimas, la cohesión social, la belleza escénica, la satisfacción y felicidad, la autoestima cultural de las personas, la inspiración para otras experiencias, y la conservación de conocimientos tradicionales o conservación de patrimonio inmaterial.

Con estos datos, el estudio calcula los indicadores de rentabilidad social según la guía del MEF (2019), adicionando el enfoque de AbE. El valor actual neto social (VANS) es S/ 1 099 140 soles y la tasa interna de retorno social (TIRS) es 15,2 %; por lo tanto, el manuscrito recomienda ejecutar el proyecto y revela que la propuesta de proyecto es socialmente rentable.

### Conclusiones y recomendaciones

A pesar de estos beneficios y oportunidades que promete la SCALL, la investigación ha mostrado que posee limitaciones. Por una parte, hay poca participación de agentes externos, tales como tomadores de decisiones políticas, puesto que hay bajo conocimiento profesional, mínima promoción e incluso desacreditación (Herrera-Franco *et al.*, 2020). Por otra parte, existe poco consenso de los agentes locales para la toma de acciones comunes.

Con base en la evidencia obtenida, se recomienda tres acciones que deben ser ejecutadas por dos niveles de gobierno: en el nivel regional por la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Ayacucho, y en el nivel local por las ONG y las municipalidades de Chuschi, Vinchos y Morochucos, a fin de reducir los daños, pérdidas y alteraciones que provocaría el cambio climático sobre Jeullamayo y la cuenta del río Cachi.

El primer componente posee dos acciones y se debe ejecutar en la primera etapa de la SCALL. La primera acción es la creación y el mantenimiento de las *qochas* (figura 2), que consiste en la construcción de 14 *qochas* o lagunas artificiales en hondonadas o vasos naturales usando cúmulos de tierra y piedra (infraestructura natural). Ello servirá para la captación e infiltración de agua de lluvia. La segunda acción es la construcción del cerco de piedra (figura 4), que tiene la finalidad de proteger la vegetación (como el ichu, que fortalece la filtración y captación del agua de lluvia) del consumo animal o humano.

El segundo componente, también de nivel local, posee tres acciones y se debe ejecutar en la segunda etapa de la SCALL. La primera acción es la distribución del agua de riego mediante canales rústicos de riego o incluso con mangueras. La distribución por canales rústicos ayudará a mejorar los pastos y las mangueras mejorarán el riego en chacras individuales. La segunda acción es el fortalecimiento del cuidado de los manantes existentes y nacientes (figura 5), que consiste en cercar los manantes con piedras (pircas), mallas o alambres de púas para que los animales no los dañen, con el propósito

de aumentar el caudal de los manantiales para consumo humano y animal (mejora de pastizales). La tercera acción recomendada es el fortalecimiento y la creación de viveros con plantas llamadoras de agua (por ejemplo, la *putacca*), que tienen la función de abastecimiento de plantas locales y llamadoras de agua para el fortalecimiento y la construcción de las *qochas* y los manantiales (para ambas etapas de la SCALL).



**Figura 5.** Cultivo y protección de la planta llamadora de agua. Se muestra la *putacca*, excelente conservador de agua.

El tercer y último componente es transversal y consiste en el fortalecimiento de capacidades de la SCALL (mediadores); ello podría realizarse mediante capacitaciones y acompañamientos por parte de expertos locales y agentes externos como el Gobierno Regional, el Ministerio del Ambiente y el programa Sierra Azul del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

Espero que estos cálculos y recomendaciones brindadas sirvan para mejorar la gestión del agua de lluvia, que muestra tener un gran valor económico.

### Contribución de autoría

MKQB: Investigación, metodología, conceptualización, manejo de data y mapas, redacción del borrador original y de la edición final.

## Fuente de financiamiento

El desarrollo de esta investigación fue autofinanciado.

## Potenciales conflictos de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

## Referencias bibliográficas

- Galarza, E. y von Hesse, M. (2011).** «Costos y beneficios de la adaptación al cambio climático en América Latina». Disponible en: <http://ailac.org/wp-content/uploads/2014/06/EstudioCosto-BeneficiodeACCenAmericaLatina-1.pdf>
- Herrera-Franco, G., Martos Rosillo, S., Carrión-Mero, P., Morante Carballo, F., Briones-Bitar, J., Durán, A., Vélez Upegui, J., Castro Lucic, M., Mateos, L., Bardales, J. D., Peña, F. y Gutiérrez-Ojeda, C. (2020).** «Siembra y cosecha de agua (SyCA), técnicas ancestrales que solucionan problemas del siglo XXI». Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/237644>
- Hendriks, J. (2018).** «La cosecha de agua. Una aliada de la agricultura familiar». *LEISA, Revista de Agroecología*, 34(3). Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-34-numero-3/3505-la-cosecha-de-agua-una-aliada-de-la-agricultura-familiar>
- Mayo Mendoza, M. (2019).** «Conocimiento tradicional, ¿una alternativa al cambio climático?». *Kuxulkab*, 25(51). Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-34-numero-3/3505-la-cosecha-de-agua-una-aliada-de-la-agricultura-familiar>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Midagri. (2012).** *Plan de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático en el sector agrario periodo 2012-2021*. Midagri.
- Ministerio de Economía y Finanzas, MEF. (2019).** *Guía general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión*. Invierte.pe. Disponible en: <https://invierte-pe.net/metodologias/guia-general/>
- Ochoa, B. (2020).** «Ancient water harvesting practices can help solve modern problems». *The Science Breaker*, 06(01). Disponible en: <https://www.thesciencebreaker.org/breaks/earth-space/ancient-water-harvesting-practices-can-help-solve-modern-problems>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2017).** *Recomendaciones de política pública para enfrentar el cambio climático y la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7420s.pdf>
- Proyecto EbA Montaña. (2016).** *El futuro ancestral: la adaptación basada en ecosistemas. Lecciones aprendidas para la adaptación al cambio climático en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. Disponible en: <https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/el-futuro-ancestral-la-adaptacion-basada-en-ecosistemas>
- Quispe Barrios, M. K. (2023).** *Evaluación social de la siembra y cosecha de agua de lluvia en la microcuenca de Jeullamayo, Ayacucho 2022: una medida de adaptación al cambio climático basada en naturaleza*. [Tesis de licenciatura en Economía y Gestión Ambiental, Universidad Antonio Ruiz de Montoya].

