





Evaluación del cambio climático con medidas de adaptación (forestación, diversificación productiva, fortalecimiento organizacional) a través del sistema de microriego, comunidad Huancarani municipio de Achocalla

Evaluation of climate change with adaptation measures (forestation, productive diversification, organizational strengthening) through the micro-irrigation system) Huancarani community, municipality of Achocalla

Jorge Gabriel Espinoza Almazán¹ , Olivia Apaza Quispe² y Carlos López Blanco^{3,*} 

¹Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia, Facultad de Agronomía Carrera CIP y CA Docente (PADs). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8210-2697>. Correo: jorgealmazan_7886arg@hotmail.com

²Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia, CIP y CA Consultora Medio Ambiente y Desarrollo Rural.

³Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia, Facultad de Agronomía Docente Investigador Estación Experimental de Choquenaria, Correo Institucional: lbclopez@umsa.bo ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9015-6919>

Resumen

La erosión (eólica, hídrica), la deficiencia de agua (Riego y Consumo), los riesgos agrícolas (heladas, sequías) y la deforestación son aspectos que limitan la producción agrícola, el objetivo de la investigación, fue evaluar la forestación, diversificación productiva y fortalecimiento social a través del sistema de microriego para mitigar efectos del cambio climático. La metodología aplicada fue de un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), a través del (diagnóstico, socialización, coordinación, evaluación de medidas y fortalecimiento organizacional) a 82 familias, se consideró el paradigma teoría crítico, con participación activa de los beneficiarios. La investigación se realizó en el Departamento de La Paz, Provincia Murillo, Municipio de Achocalla, Comunidad Huancarani, se ha evaluado la adaptación de medidas de adaptación al cambio climático es un fenómeno en desarrollo afectando directa e indirectamente a los recursos hídricos, incidiendo en su disponibilidad. Como resultado la investigación tiene un aumento significativo en el área cultivada, especialmente en cultivos como el haba (verde), cebolla verde y papa. Aunque algunos cultivos como la zanañoria y la arveja (verde) muestran incrementos menores, el total general muestra un aumento notable en el terreno destinado a estos cultivos. Se concluye que se ha promovido una expansión significativa de la actividad agrícola en estos productos.

Palabras clave: Adaptación, cambio climático, forestación, gestión social, microriego.

Abstract

Erosion (wind, water), water deficiency (Irrigation and Consumption), agricultural risks (frost, drought) and deforestation are aspects that limit agricultural production, the objective of the research was to evaluate afforestation, productive diversification and social strengthening through the micro-irrigation system to mitigate the effects of climate change. The methodology applied was a mixed approach (qualitative and quantitative), through the (diagnosis, socialization, coordination, evaluation of measures and organizational strengthening) to 82 families, the critical theory paradigm was considered, with active participation of the beneficiaries. The research was carried out in the Department of La Paz, Murillo Province, Municipality of Achocalla, Huancarani Community, the adaptation of adaptation measures to climate change has been evaluated, it has been evaluated that the adaptation of adaptation measures to climate change is a phenomenon in development directly and indirectly affecting water resources, affecting their availability. As a result, the research has a significant increase in the cultivated area, especially in crops such as (green) bean, green onion and potato. Although some crops such as carrots and peas (green) show smaller increases, the grand total shows a notable increase in the land devoted to these crops. It is concluded that a significant expansion of agricultural activity in these products has been promoted.

Keywords: Adaptation, climate change, afforestation, social management, microirrigation.

Recibido: 08 my 2024

Aceptado: 19 set. 2024

Publicado: 27 set. 2024

***Autor para correspondencia:** jorgealmazan_7886arg@hotmail.com

Cómo citar: Espinoza Almazán, J. G., Apaza Quispe, O., & López Blanco, C. (2024). Evaluación del cambio climático con medidas de adaptación (forestación, diversificación productiva, fortalecimiento organizacional) a través del sistema de microriego, comunidad Huancarani municipio de Achocalla. *Revista de Investigaciones*, 13(3), 117-127. <https://doi.org/10.26788/ri.v13i3.6564>

Introducción

Gamez (2015), indica que la planificación y gestión para el control del cambio climático es imprescindible, el Municipio de Achocalla, se caracteriza por el “desarrollo Ecológico, Productivo”, su mayor problema es la “falta de agua”. (PERIAGUA, 2021), el agua es un recurso fundamental para la vida y el sustento de los ecosistemas, pero a la vez es vulnerable a los efectos del cambio climático., la disminución de la disponibilidad hídrica, se ve agravada por la continua y creciente demanda de agua para el consumo humano y otros usos, y el riesgo inminente de contaminación de fuentes de agua (Superficiales y subterráneas).

El Municipio de Achocalla, tiene “Alta Vulnerabilidad” factores como el cambio climático, riesgos agrícolas (Sequias, inundaciones y heladas), son los más recurrentes que afectan en diferente escala, a nivel Municipal y Comunal, la población ha desarrollado ciertas capacidades técnicas y psicológicas para enfrentar situaciones adversas relacionadas con el Cambio Climático. (GAMA, 2016).

Las estrategias y líneas de acción para garantizar el desarrollo de una economía competitiva fortaleciendo la conservación, uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas. (INECC, 2018). La Agricultura, su adaptación y consideración del uso del agua de debe ser de forma razonable para su correcto uso (Lenntech 2016), el aumento de temperatura causa un incremento de requerimientos hídricos para los cultivos, debido al cambio climático y los patrones de temperatura (Nelson et al., 2009).

Los ecosistemas forestales (Árboles nativos y exóticos) tienen la capacidad de disminuir el efecto invernadero a través de la fijación o captura de carbono y la reducción de emisiones de GEI, ocasionadas por la deforestación. El Municipio de La Paz, tiene un plan ambiental hasta el 2024, enfocado la “descarbonización”, lo que apunta a que se trabajara más en la mitigación que en la adaptación (Oltra et al., 2009), y poder establecer soluciones y buscar otras de acuerdo a un orden tecnológico, social, económico y medioambiental.

Bolivia alcanza el 41% de desertificación debido a factores como la erosión hídrica, eólica de suelos, actividad agrícola sin prácticas de conservación de suelos, actividad ganadera (sobre pastoreo), pérdida de la cobertura vegetal, deforestación, chaqueo (quema y tala de bosques), aplicación de riego inapropiado, asentamientos humanos, actividades mineras, industriales y urbanas son las principales. (Aguilar et al., 2009).

Bolivia contribuye con menos del 0,1% de emisiones de GEI, los escenarios climáticos y vulnerabilidades de los ecosistemas son investigaciones realizadas por el IPCC, la temperatura media mundial podría incrementarse entre 1.5 °C y 2 °C a mediados del siglo XXI, aspecto que influiría en los ecosistemas (IPCC, 2014).

(Galindo et al., 2014), indican que hay una diversidad de causas y efectos asociados a cada “proceso de adaptación” sugiere la necesidad de identificar aquellas medidas que resulten costo efectivas, la existencia de distintas, por su parte (Anderson, 2019), la implementación de sistemas de seguimiento y evaluación de las medidas de adaptación en las circunstancias actuales del cambio climático son factores a considerar, mencionado por (Tánori Villa & Pérez Méndez, 2021). Las metodologías y definiciones de procesos de adaptación en su mayoría son medidas destinadas a países desarrollados o de ingreso bajo. (Agrawala et al., 2008).

Las actividades agrícolas, pecuarias y uso doméstico del agua se tornan cada año más escaso por el cambio climático, por ello se plantea este plan como una alternativa para gestionar las fuentes de agua y buscar mecanismos y acciones para lograr y generar resiliencia y gestión de los recursos hídricos en la Comunidad Huancarani. La propuesta del plan de gestión integral de recursos hídricos que se realizó en base al diagnóstico territorial, permitió identificar los problemas y necesidades que se presenta en la comunidad, para de esta manera realizar una planificación tomando en cuenta los principales elementos que integran un sistema de producción.

(Möhner, 2018), los cambios severos en el clima mundial afectan de diversas formas a los

sistemas naturales y humanos, y su habilidad para reaccionar de inmediato cambia dependiendo de las circunstancias y los contextos. (INECC, 2020), a nivel mundial, los estudios acerca del seguimiento y valoración de las medidas de adaptación se inician en 2005 y cubren el ámbito de la investigación científica y los procedimientos de planificación de políticas públicas para el desarrollo, además de estrategias y acciones relacionadas directamente con las acciones locales para la adaptación.

La evaluación del impacto del cambio climático en el ciclo hidrológico es uno de los mayores retos en la hidrología. (Mendoza et al., 1997), mencionado por (Velázquez-Zapata et al., 2017). Las simulaciones climáticas no se emplean directamente como datos de entrada en los modelos hidrológicos, debido al sesgo sistemático (Teutschbein & Seibert, 2012), mencionado por (Velázquez-Zapata et al., 2017).

El microriego, es un factor positivo generando un impacto económico y social, contribuyendo a la transformación del manejo del agua de forma óptima y sostenible, aumentando la eficiencia del sistema de producción y la calidad de vida. Un momento clave es la vinculación con los comunarios, quienes deben siempre poner una contraparte consistente en mano de obra, material local y en algunos casos contrapartes económicas, además de comprometerse a realizar los trabajos y cuidados necesarios para el buen desarrollo de los proyectos.

(Ortiz, 2008), existen criterios que deben tomarse en cuenta para el diseño de sistemas de riego, estos se dividen en dos categorías: - Aspectos agronómicos (demanda de agua del cultivo, sectores de riego y caudal del sistema, relacionados con el complejo suelo – agua – planta – atmósfera) y aspectos hidráulicos, tales como: presión del sistema y conducción del agua.

Métodos

Ámbito o lugar de estudio: El Municipio de Achocalla se encuentra ubicado al sur de la ciudad de La Paz de la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a una distancia de 1.5 Km. de la ciudad de El Alto, la tercera sección, geográficamente se ubica entre los paralelos de $68^{\circ} 10' 5.89''$ O - $68^{\circ} 10'$

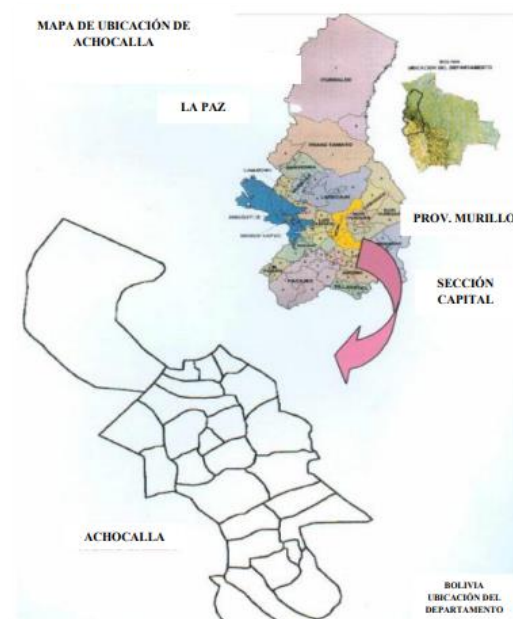
$23.93''$ O longitud oeste; $16^{\circ} 34' 24.80''$ S - $16^{\circ} 34' 24.45''$ S latitud sur.

La temporada húmeda en el verano (diciembre, enero, febrero, marzo) durante la cual se registran la mayor parte de las precipitaciones anuales, con relación a la temperatura se tiene una media de $15,7^{\circ}\text{C}$; la temperatura mínima es de $14,3^{\circ}\text{C}$, y la temperatura media es de $16,5^{\circ}\text{C}$. (GAMA, 2016).

El municipio de Achocalla enfrenta diversos

Figura 1

Zona de Estudio



riesgos agrícolas que están directamente relacionados con factores climáticos, geográficos y socioeconómicos, conocer la forma de afrontar los procesos del cambio climático ayudaría a promover acciones de mitigación a través de actitudes resilientes. (Rivero Herrera, 2017).

La topografía varía según la altitud, la mayor parte de la cuenca o cabecera de valle (húmedo y seco) presenta quebradas con pendientes variables y escarpadas hasta 30 %. En tanto que el sector altiplano es plana con pequeñas quebradas y serranías con pendientes menor a 10 % cubierta de praderas nativas utilizados para el pastoreo libre y en su mayor extensión para la actividad agrícola. (GAMA, 2016).

Figura 2
Registro de precipitaciones

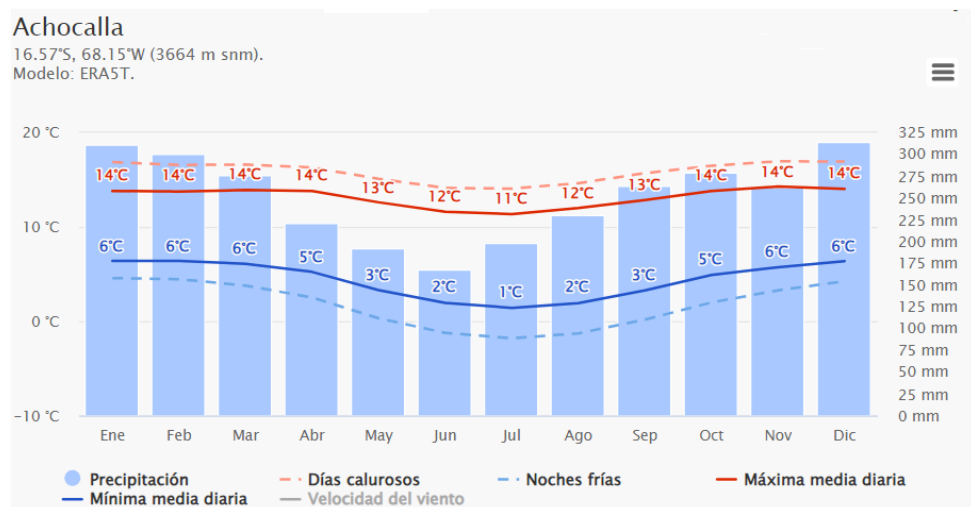
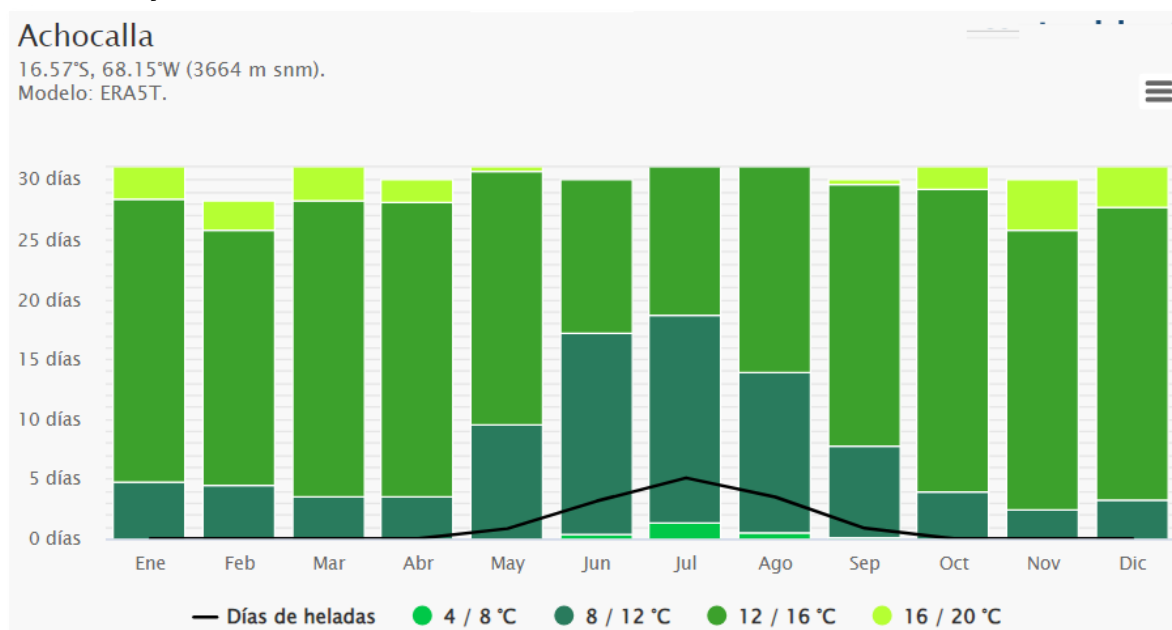


Figura 3
Relación de temperatura



La fisiografía en la eco-región denominada Puna húmeda, situada entre los 2800 a 4200 m.s.n.m y corresponde a las llanuras con colinas alrededor de la cuenca altiplánica norte, se han identificado y caracterizado 3 pisos ecológicos: Zona altiplánica, Cabecera de valle húmedo y cabecera de valle seco, los suelos son aluviales de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos (GAMA, 2016).

Los principales cultivos en Achocalla incluyen papa, cebada y maíz, que son sensibles a las

variaciones climáticas. La producción agrícola se ve afectada no solo por el clima extremo, sino también por prácticas agrícolas limitadas y falta de capacitación en técnicas resilientes al clima. (GAMA, 2016).

La metodología en la investigación permite abordar problemas complejos desde diferentes perspectivas, en la investigación, se consideró el método mixto (cuantitativo y cualitativo) son enfoques ampliamente utilizados que ofrecen

distintas perspectivas y herramientas para abordar preguntas de investigación (Medina et al., 2023).

Periodo de estudio: La investigación se realizó durante el año 2023 comprendido en los meses de noviembre a enero del 2024.

Materiales: Se consideró información primaria, secundaria para recabar información inherente a la zona de estudio.

Las variables analizadas incluyeron las climáticas, como la temperatura, la humedad y la precipitación, las cuales proporcionaron un contexto invaluable para evaluar los cambios en los patrones climáticos y plantear propuestas para una gestión idónea de los recursos hídricos, así como las variables productivas, representadas por la cédula de cultivos, que permitieron relacionar los factores climáticos con las actividades productivas.

La comunidad presenta una diversificación productiva a través de producción de Hortalizas, para mejorar la calidad de vida de los usuarios, alcanzando un área incremental de 35,40 has.

El detalle de cedulas de cultivo (cultivos potenciales) alcanzando 17 has con riego tradicional por surcos canales de tierra con eficiencia del 40.8 otros beneficiarios realizan por inundación también por surcos. Con el proyecto de microriego mejoran la eficiencia de conducción, distribución y aplicación alcanza entre el 70 a 90% con un área incremental de 23.8 has, ha resultado en un aumento significativo en el área cultivada, especialmente en cultivos como el haba (verde), cebolla verde y papa. (Tabla 1).

Tabla 1

Cedula de Cultivos Comunidad Huancarani Cultivo Sin Proyecto Con Proyecto

	(has)	(has)
Haba (Verde)	5	13
Zanahoria	3	4
Arveja (Verde)	4	5
Cebolla (Verde)	1	7
Papa (Temprana)	3	6,88
Papa	1	5
Total	17	40,8

(Lusmidia & García, 2008) se consideró el enfoque del paradigma socio- critico, (Arnal, 1992) es una ciencia social, sus contribuciones se originan “de los estudios comunitarios y de la investigación participativa”, para dar solución a la problemática de la comunidad, se aplicó el enfoque cuantitativo como el cualitativo(mixto), se realizó el proceso:

Diagnostico Comunidad Huancarani

Se coordinó con los actores locales para realizar el Diagnostico y recabar información de aspectos: sociales, económicos, productivos, legales, culturales.

Socialización

Se realizó un Taller inicial, para explicación de los alcances del proyecto: y analizar a estructura, obras de arte (Sistema de microriego), acompañamiento (AT), evaluación de forestación, protección de fuente de agua, derechos de agua, fortalecimiento organizacional y manual de operación-mantenimiento.

Coordinación para Construcción del Sistema de Microriego

Esta esta etapa fue importante del Comité de Riego, Regantes, Ejecutor ATI, Fiscal de Obra y Supervisor de Obra (Actores locales), para verificación de las obras de arte, tuberías, pasos de quebrada, cámaras de distribución, sistema de riego tecnificado para beneficio de los regantes (Usuarios).

Fortalecimiento Organizacional y Sostenibilidad

Con participación del Directorio de Regantes, Control Social, Directorio de la Comunidad, recibieron Talleres inherentes a temáticas del Proyecto:

- Estatutos y Reglamentos
- Normativa Legal (Riego, Medio Ambiente)
- Cambio Climático
- Uso del Agua, Riego Tecnificado
- Registro de la Fuente de Agua.
- Forestación (Especies Exóticas y Nativas) Álamo (*Populus alba*), Sauce (*Salix bablnica*).
- Proceso mencionado por (Alvarado y Garcia 2008).

Prueba estadística aplicada

En la investigación se determinó la cantidad de beneficiarios, tal como indica (Pineda et al., 1994), el muestreo probabilístico, siendo el más recomendable si se está haciendo una investigación cuantitativa porque todos los componentes de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados para la muestra, mencionado por (López, 2004).

La Población o Universo, es la totalidad de elementos a investigar, respecto a ciertas características, en la mayoría de los casos, no es factible investigar a toda la población, razón por la cual se recurre a definir una muestra, que consiste en seleccionar a una parte de las unidades del conjunto, que sea representativa del colectivo sometido a estudio, para esta investigación, la Población es la totalidad de población que habita en la Comunidad de Huancarani

$$n = (NZ^2pq) / ((e^2(N-1)) + ((Z^2pq)) (1)$$

Datos:

- N = 82 familias (Comunidad Huancarani)
- Z= 1,96 (Tabla)
- e= 3 % (0,03)
- p= 30 % (0,3)
- q=70 % (0,7)

La determinación de la muestra fue un aspecto crítico en la investigación, y que influye directamente en la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, reflejando una representatividad de la población Comunidad Huancarani, para reflejar aspectos demográficos y sociales de la población, reemplazando los valores tenemos una población de 75 familias, algunos socios al ser residentes no tuvieron una participación completa en la investigación.

Resultados y Discusión

La investigación permitió describir las actividades y/o medidas implementadas por la Comunidad de Huancarani como medidas de adaptación y/o mitigación ante el cambio climático, siendo un desafío para los beneficiarios enfrentar sus efectos adversos., se evaluó:

Forestación

Una estrategia del Municipio de Achocalla y de la Comunidad para mitigar los efectos del cambio climático y adaptar los ecosistemas a sus impactos, destacando la secuencia:

Selección de especies nativas resientas que estén adaptadas a las condiciones locales puede aumentar la resiliencia del ecosistema frente a cambios climáticos.

Reforestación en áreas degradadas, para restaurar tierras que mejoraran la calidad del suelo, aumentar la biodiversidad y recuperar el ciclo del agua, por ende, ayudar a la captura del carbono, prevendrá la erosión del suelo y mejorara la capacidad de retención de agua.

Implementación de sistemas agroforestales, a través de la combinación de árboles con cultivos agrícolas (agroforestería), para generar múltiples beneficios como la mejorar de la producción agrícola y la diversificación de ingresos económicos, estos sistemas pueden ayudar a mitigar los efectos del cambio climático al proporcionar sombra, mejorar la retención de humedad y aumentar la biodiversidad.

Monitoreo y manejo adaptativo, este sistema de evaluación continua de los bosques permite realizar ajustes en la gestión forestal, asegurando que sean efectivas ante las condiciones climáticas cambiantes.

Educación y participación comunitaria, el involucramiento de los actores “beneficiarios” en proyectos de forestación fomenta un sentido de propiedad y responsabilidad hacia el medio ambiente, a futuro será sostenible para la conservación y.

Reforestación y es una integración con políticas públicas, promocionando políticas que apoyen la forestación como incentivos fiscales o subsidios para proyectos comunitarios, y la alineación con la normativa local e internacional sobre cambio climático puede atraer financiamiento y recursos técnicos.

En la Comunidad de Huancarani, se realizó la protección de la fuente de Agua para el sistema de Microriego con el empleo de especies exóticas y nativas: Acacia (*Acacia retenidas*), Álamo (*Populus alba*) y Ciprés (*Cupresus macrocarpa*).

La diversificación productiva con Manzana (*Malus domestica*) y Durazno (*Prunus pérsica*), y la siembra de plantines forestales permitió el incremento de superficie de 1,5 has a nivel familiar y comunal, actividad que permitirá mitigar los efectos de GEL, también mejorará la calidad del suelo y regulará el ciclo del agua.

Los factores de mayor incidencia en los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo están asociados a la deforestación y degradación de bosques, por las consecuencias que tiene sobre los ecosistemas y el bienestar humano es considerada como una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad (Meli, 2003), mencionado por (Leija et al 2016). Los bosques proporcionan multitud de servicios ecosistémicos, entre los que destacan la absorción de carbono atmosférico. (Sohngen y Mendelsohn, 2003). La relevancia del análisis de medidas de adaptación para mitigar procesos del cambio climático, producen conocimientos para optimizar el trabajo efectuado o para futuras experiencias. (Tánori Villa & Pérez Méndez, 2021).

La Comunidad de Huancarani se caracteriza por la diversificación productiva, la deforestación y otras prácticas que reducen la cobertura vegetal, como el desarrollo urbano descontrolado o la agricultura no sostenible, incrementan significativamente el riesgo de deslizamientos. Las alteraciones en las pendientes y el drenaje superficial resultantes de estas actividades pueden llevar a una mayor vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.

Sistema de Microriego

El sistema de Microriego es una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia en el uso del agua, especialmente en regiones vulnerables al cambio climático, permiten alcanzar: eficiencia hídrica, permitiendo una distribución más precisa del agua, reduciendo el desperdicio y asegurando que las plantas reciban la cantidad adecuada, adaptación

a condiciones locales considerando factores como tipo de suelo y disponibilidad de recursos hídricos, a corto y mediano plazo se ven resultados positivos para mejorar la producción y calidad de vida.

En la Comunidad Huancarani se consideró, como fuente de agua “el bofedal” cuya agua es aprovechada a través de una obra de captación de tipo de lateral, se determinó la oferta de (aforo volumétrico), variable importante para la propuesta de gestión social de riego y el diseño agronómico e hidráulico:

- Derecho a 19 m³ de agua por turno de riego.
- Un aspersor NDJ boquilla negra.
- Tiempo de riego manteniendo de 6 horas.
- Riego cada 6 días

De acuerdo a las características del sistema de riego y las condiciones agroclimáticas y los cultivos de importancia, la entrega del agua se la realizará por zonas de riego cada una de estas estará conformada por sub grupos de riego que oscila entre 4 a 8 usuarios, la entrega del agua se iniciará de la parte alta del sistema de riego, que irá bajando según los turnos asignados hasta terminar en la parte baja del sistema.

La distribución estará también en función a los derechos de agua adquiridos por cada uno de los usuarios de riego, también influirá el calendario agrícola y los cultivos priorizados. La eficiencia total del Sistema de Microriego alcanza a 0,75%, la aplicación del sistema tecnificado requiere un conjunto de estructuras (obras y accesorios) para conducir el agua desde su origen hasta su propósito de riego (Huaylla 2019), de esta forma se logró una eficiencia del 80% al 90%.

La calidad del agua determinada es C1S1 (agua de baja salinidad y bajo contenido de sodio), para fines de uso agrícola es de suma importancia, y aunque no existen parámetros normados con este fin, existen criterios que sirven de apoyo para la clasificación del agua de riego, tal como los desarrollados por la FAO (Ayers y Westcot 1985), citado por (Olias et al 2005) y los implementados por el Laboratorio de Riverside (Richards, 1990), ampliamente utilizados.

Diversificación Productiva

La diversificación es una estrategia clave para enfrentar los desafíos del cambio climático, especialmente en el sector productivo, en este sentido la incorporación de especies frutales como el durazno (*Prunus persica*) y la manzana (*Malus domestica*), y hortalizas de hoja Lechuga (*Lactuca sativa*) Acelga (*Beta vulgaris*), entre las principales, permitirá a mediano y largo plazo, generar ingresos económicos y de esta forma mejorar el acceso a la seguridad alimentaria, siendo una estrategia para fomentar la diversificación de cultivos pudiendo reducir el riesgo agrícola con la dependencia de un solo producto, esto incluye introducción de especies que requieran menos agua o que sean más resistentes a condiciones climáticas extremas o que se beneficien con un manejo óptimo del agua para el sistema de producción, la capacitación de los productores sobre prácticas sostenibles y eficientes en el uso del agua es crucial para maximizar el rendimiento de los cultivos bajo condiciones climáticas adversas.

Las innovaciones demostraron mejoras productivas y se convirtieron en herramientas clave para la adaptación climática, como se hizo en Morochata (Cochabamba), reduciendo la dependencia del monocultivo de papa comercial, la creación de huertos familiares con hortalizas y frutales, como el tumbo ha mejorado la seguridad alimentaria y la generación de ingresos adicionales para los productores. (COSUDE, 2024).

Fortalecimiento Organizacional

La cogestión del agua entre actores públicos y comunitarios es esencial, implica una colaboración activa en la gestión de recursos hídricos, lo que puede aumentar la resiliencia ante el cambio climático, la capacitación sobre prácticas sostenibles y eficientes en el uso del agua es crucial para maximizar el rendimiento de los cultivos bajo condiciones climáticas adversas.

La organización de regantes de Huancarani está conformada por 82 usuarios de riego, de los cuales son 50 hombres y 32 mujeres quienes tienen derechos y obligaciones según lo establece la normativa interna, quienes deben cumplir con

cada una de los artículos del estatuto orgánico y reglamento interno, contempla aspectos como:

- Capacitación en microriego
- Elaboración de un Plan de Negocio
- Elaboración de Estatutos y Reglamentos para gestión de riego.
- Elaboración de Manual de Operación y Mantenimiento
- Intercambio de Experiencias
- Agricultura orgánica, prácticas de conservación de suelos
- Equidad de género y
- Aspectos ambientales (Residuos sólidos)

Conclusiones

La evaluación del cambio climático ayuda a identificar las vulnerabilidades de diferentes sectores, comunidades y ecosistemas, siendo fundamental para desarrollar estrategias de adaptación efectivas y poder priorizar acciones en sectores críticos de la Comunidad de Huancarani como la agricultura.

Promover la implementación de una variedad de cultivos resistentes a condiciones climáticas cambiantes, esto no solo aumenta la resiliencia agrícola, sino que también mejorar la seguridad alimentaria, la reforestación y restauración de ecosistemas degradados coadyuva a mejorar la biodiversidad y capacidad del suelo para retener agua.

La gestión sostenible del agua, adoptando prácticas que optimicen el uso del agua como el riego eficiente, asegurara a futuro un suministro adecuado en épocas de estiaje.

La gestión social es un componente esencial en la lucha contra el fenómeno del cambio climático, ya que permite una respuesta más efectiva y equitativa a sus desafíos, al involucrar a todos los actores locales, se podrán construir soluciones resilientes que benefician al medio ambiente como a los beneficiarios.

La adaptación al cambio climático es una necesidad urgente que requiere un enfoque integral y multidimensional, la inversión en infraestructura

resiliente, prácticas agrícolas sostenibles y sistemas efectivos de alerta temprana es esencial para enfrentar los desafíos actuales y futuros relacionados con el cambio climático. Además, es crucial fomentar una cultura de preparación y adaptación en todos los niveles, asegurando así un futuro más sostenible y resiliente para las comunidades vulnerables

Agradecimientos

Al Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla (GAMA), Comunidad Huancarani (Directorio).

Conflicto de interés

No existe conflicto de interés por el autor y autores. (JGEA), (OAQ) y (CLB)

Referencias

- Agrawala, S., Bosello, F., Carraro, C., de Bruin, K., De Cian, E., Dellink, R., & Lanzi, E. (2008). *Plant or React Analysis of Adaptin Cost and Benefits Using Integrated Assessmeent Models* (OECD Environment Working Papers). <https://doi.org/10.1787/5km975m3d5hb-en>
- Aguilar, L. C., Piepenstock, A., & Burgoa, W. (2009). Especies nativas kewiña (*Polylepis* sp.) y kiswa (Buddleja sp.) en barreras vivas: una alternativa para reducir la degradación de suelos y mejorar las condiciones de vida en la zona altoandina de Bolivia. *Acta Nova*, 4(2-3), 425-438.
- Alvarado, L., García M. (2008) Características más revelantes del paradigma socio-critico: si aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens Revista Universitaria de Investigación* Año 9 No. 2 diciembre 2008.
- American Journal of Agricultural Economics <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00133>
- Anderson, S. (2019). *Cómo medimos y monitoreamos la adaptación: el marco metodológico TAMD*.
- Arnal, J. (1992) Investigación educativa. Fundamentos y metodología Barcelona (España) Labor
- Ayers, R.S. y Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma, 174 p <https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8899/Sobre-la.pdf?sequence=2>
- Brent S., Mendelsohn R. (2003) An Optimal Control Model of Forest Carbon Sequestration
- COSUDE. (2024). *Andes Resilientes al Cambio Climático – Iniciativa Regional (ARCC)*. <https://www.cooperacionsuiza.pe/los-primeros-frutos-de-la-diversificacion-productiva-que-fortalece-la-resiliencia-en-morochata-bolivia/>
- Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., & Carbonell, J. (2014). *Proceso de Adaptación al Cambio Climático*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3b8979be-f7b3-4dee-a1d3-448876a38bd9/content>
- GAMA. (2016). *Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien (PTDI) 2016-2020*. <https://es.scribd.com/document/624146368/Plan-Territorial-Desarrollo-Integral-Achocalla>
- Gamez, M. J. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Huaylla L.L. (2019) Sistemas de riego Tecnificado “Instituto de Capacitación del Oriente (ICO)” Vallegrande Bolivia https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla_Riego_Tecnificado_GAP_web.pdf
- INECC. (2018). *Instituto nacional de Ecología y Cambio Climático Acciones y Programas*. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-al-cambio-climatico-78748>
- INECC. (2020). *Análisis descriptivo para desarrollar el estado del arte del monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático (M&E-ACC)*. <https://www.INECC-Conacyt.gob.mx>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: informe de síntesis*. <https://www.ipcc.ch>

- Leija, L.E.G., Hernández H.R., Reyes, P.O., Flores F.J.L., Sahagun S.F.J. (2016) Cambios en la cubierta vegetal usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México Revista Madera y Bosques Volumen 22 No. 1. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v22n1/1405-0471-mb-22-01-00125.pdf#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20principal%20causa%20de%20deforestaci%C3%B3n%20es,la%20tierra%20y%20un%20cambio%20en%20su%20uso.>
- López, P. L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero*, 09(08), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es
- Lusmidia, A., & García, M. (2008). *Características más relevantes del paradigma socio-critico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas Venezuela.*
- M. Olías, J.C. Cerón y I. Fernández (2005). Sobre la utilización de la clasificación de las aguas de riego del U.S. Laboratory Salinity (USLS) Geogaceta <https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8899/Sobre-la.pdf?sequence=2>
- Medina, R. M., Muñoz, M. J., Hurtado, T. D., Ochoa, C. D., & Izundegui, O. (2023). *Método de Investigación Mixto Cuantitativo y Cualitativo.*
- Meli, P. 2003. Restauración ecológica en bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 8:581-589. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v22n1/1405-0471-mb-22-01-00125.pdf#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20principal%20causa%20de%20deforestaci%C3%B3n%20es,la%20tierra%20y%20un%20cambio%20en%20su%20uso.>
- Mendoza, V., Villanueva, E. E., & Adem, J. (1997). Vulnerability of basins and watersheds in México to global climate change. *Climate Research*, 9, 139-145. <https://doi.org/10.3354/cr009139>
- Möhner, A. (2018). La evolución de los sistemas de medición de la adaptación en virtud de la CMNUCC y el Acuerdo de París. En L. Christiansen, G. Martínez, & P. Naswa (Eds.), *Sistemas de medición de la adaptación: perspectivas sobre cómo medir, agregar y comparar los resultados de la adaptación* (p. 42). Asociación ONU Medio Ambiente-DTU. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_es.pdf
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., & Lee, D. (2009). *El impacto en la agricultura y los costos de adaptación.* https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf
- Oltra, C., Solà, R., Sala, R., Prades, A., & Gamero, N. (2009). CAMBIO CLIMÁTICO: PERCEPCIONES Y DISCURSOS PÚBLICOS. *Revista de Ciencias Sociales*, 2. http://www.isdfundacion.org/publicaciones/revista/pdf/n2_9.pdf
- Ortiz, R. H. (2008). *ESTUDIO TÉCNICO DE UN EQUIPO DE RIEGO POR PIVOTE CENTRAL Y ESCRIPCIONES DE SU MANTENIMIENTO Y MANEJO.* <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmficio.77e/sources/bmficio.77e.pdf>
- PERIAGUA, G. I. Z. (2021). *PERIAGUA. Desarrollando capacidades para la seguridad hídrica y el saneamiento sostenible.* <https://www.bivica.org/file/view/id/5625>
- Richards, L.A. (1990). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos: Manual No. 60. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Limusa. México, D. F. 172 p.
- Rivero Herrera, E. V. (2017). Actitudes resilientes ante el cambio climático en Achocalla. *Revista de Investigación Psicológica*, 17, 83-105. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322017000100006&lng=es&tlng=es
- Tánori Villa, A., & Pérez Méndez, M. (2021). Monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático, enfocados en aprendizaje: estado del arte. *Carta económica regional*, 33(127), 7-24. <https://doi.org/10.32870/cer.v0i127.7802>
- Teutschbein, C., & Seibert, J. (2012). Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *Journal of Hydrology*, 456-457, 12-29. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.052>

Velázquez-Zapata, J. A., Troin-O, M., & Dávila-Ortiz, R. (2017). Evaluación del impacto del cambio climático en los indicadores hidrológicos de una cuenca del centro de México con base en un ensamble de modelos climáticos y en el modelo hidrológico SWAT. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 18(03), 341-351. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2017.18n3.030>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY) International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>