

Cambio climático y la gestión del agua de riego para la agricultura en el valle de Cañete

Climate Change and Irrigation Water Management for Agriculture in the Cañete Valley

 Bessy Castillo-Santamaría¹,  Medali Cueva-Rodríguez^{1,*} y  Luis Enrique Ramírez Calderón¹

Resumen

La investigación evaluó la relación entre el cambio climático y la gestión del agua de riego en el valle de Cañete, con 120 agricultores encuestados. El estudio fue de diseño no experimental, alcance correlacional transversal y enfoque cuantitativo. El 52,5 % calificó la gestión como eficiente, el 38,3 % como poco eficiente y el 9,2 % como muy eficiente; el 63,4 % percibió el cambio climático como constante. Mediante la correlación Tau-c de Kendall, se halló una relación positiva y significativa entre el cambio climático y la gestión del agua de riego (Tau-c = 0,191; p = 0,006) y con el sistema de riego (Tau-c = 0,332; p < 0,001). No se encontró relación significativa con la disponibilidad del agua (p = 0,557) ni con las estrategias de adaptación (p = 0,061). Se concluye que el cambio climático se relacionó significativamente con la gestión del agua de riego en la zona.

Palabras clave: cambio climático, agricultura, recursos hídricos.

Abstract

The research evaluated the relationship between climate change and irrigation water management in the Cañete Valley, with 120 farmers surveyed. The study had a non-experimental design, cross-sectional correlational scope, and quantitative approach. Of the respondents, 52.5% rated management as efficient, 38.3% as somewhat efficient, and 9.2% as very efficient; 63.4% perceived climate change as constant. Using Kendall's Tau-c correlation, a positive and significant relationship was found between climate change and irrigation water management (Tau-c = 0.191; p = 0.006) and with the irrigation system (Tau-c = 0.332; p < 0.001). No significant relationship was found with water availability (p = 0.557) nor with adaptation strategies (p = 0.061). It is concluded that climate change was significantly related to irrigation water management in the area.

Keywords: climate change, agriculture, water resources.

Recibido: 07/08/2025

Aceptado: 13/08/2026

Publicado: 28/08/2026

Sección: Artículo Breve

*Autor correspondiente: mcuevaro@ucvvirtual.edu.pe

Introducción

El cambio climático representa un enorme desafío hoy en día debido a sus consecuencias en múltiples ámbitos de la vida. El cambio climático se suele definir como aquellos cambios significativos en los valores promedio de elementos meteorológicos, calculados en largos periodos (Malhi et al., 2021). Estos cambios significativos se atribuyen a la actividad humana que producto de las altas emisiones de gases de efecto invernadero generan cambios en la atmósfera global (Malhi et al., 2021; Torres-Slimming et al., 2021; Hatch et al., 1999). Los gases de efecto invernadero (GHG) agrupan a una serie de compuestos, principalmente el dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), que, desde la industrialización, alrededor de 1750, a la actualidad han sufrido un aumento considerable del 150% y 40%, respectivamente (Malhi et al., 2021; IPCC, 2014). Esto ha provocado un aumento considerable de la temperatura y se espera que siga aumentando con las crecientes emisiones de GHG (Malhi et al., 2021). Lo que generará serios daños a la

agricultura, actividad económica más afectada, ya que el ciclo hidrológico se verá alterado dando lugar a sequías o inundaciones que afectan la productividad agrícola (Bär et al., 2015; Yuan et al., 2024; Bwambale et al., 2022). Si bien, algunos autores citan que el cambio climático puede tener un impacto positivo para la agricultura, ya que, un aumento de la temperatura generaría más siembras y un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera podría tener un efecto fertilizante (Bär et al., 2015). Lo cierto es que, es imposible negar el impacto negativo del cambio climático, sobre todo en el aumento de fenómenos meteorológicos extremos, alterando el régimen hídrico (cambios en las precipitaciones,

¹Universidad César Vallejo, Perú

Como citar: Castillo-Santamaría, B., Cueva-Rodríguez, M., & Ramírez Calderón, L. E. (2026). Incidencia en la gestión del agua de riego para la agricultura, frente al cambio climático en el valle de Cañete. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 28, e28747. <https://doi.org/10.18271/ria.2026.747>



Attribution 4.0 Internacional (CC BY 4.0) Share-Adapt

evaporación potencial y real, y en la escorrentía) (Bär et al., 2015; Yuan et al., 2024; Li et al., 2022). Por lo tanto, la disponibilidad de agua, que es fundamental en la agricultura, se vería limitada. Al respecto se señala que, esto aumentará los desafíos económicos y sociales que en la actualidad ya enfrenta la gestión del agua en zonas agrícolas (Li et al., 2022; Iglesias y Garrote, 2015; Elnashar y Elyamany, 2023). Sobre todo, en regiones donde la producción agrícola depende directamente de los recursos hídricos, tal como ocurre en los valles de la costa peruana. En estas zonas, la disponibilidad de agua de riego es limitada debido a cambios en los patrones de lluvia y un incremento sostenido en las temperaturas de la región sierra de donde proviene las aguas de riego (Torres-Slimming et al., 2021; Ángeles et al., 2024).

La crisis hídrica ocasionada por el cambio climático ya ha sido ampliamente advertida por organismos internacionales. Así pues, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) advierte que más de 2300 millones de personas habitan actualmente en zonas con estrés hídrico, y 733 millones lo hacen en condiciones de estrés elevado o crítico (FAO, 2024). En este contexto, y considerando, además, que la agricultura es una actividad que requiere enormes cantidades de agua, resulta necesario una gestión integrada del agua agrícola (Fuentes et al., 2024). Sobre todo, en una región como Latinoamérica, donde los recursos hídricos son distribuidos de manera desigual (Salazar et al., 2022). Este problema se agudiza y resulta ineficiente la gestión del agua agrícola debido a factores como el predominio de sistemas de riego tradicionales que tienen una eficiencia baja (Salazar et al., 2022). Este tipo de sistemas generan grandes pérdidas de agua, lo que resulta preocupante, considerando que la agricultura de regadío representa aproximadamente el 90% del consumo de agua dulce de origen antropogénico (Salazar et al., 2022; Valencia et al., 2023; Srivastav et al., 2021). Así pues, en países como Chile ya enfrentan un creciente estrés hídrico que seguirá en aumento debido a varias razones, entre ellas el aumento de los deshielos, la contaminación hídrica y el aumento poblacional; lo que está provocando un déficit del agua superficial para riego, lo que supone un riesgo para la seguridad alimentaria (Donoso, 2021; Srivastav et al., 2021). De la misma manera, en los otros países de la región como México y Argentina, el panorama es similar, con sistema de riego poco eficiente como el riego por inundación que no aprovechan óptimamente el agua superficial disponible, generando desperdicios por evaporación e infiltración (Hernández-Rodríguez et al., 2023; Hernández et al., 2023). Sumado a ello, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) indica que la calidad del agua también está deteriorándose como resultado de la contaminación, comprometiendo tanto a los usuarios como a la biodiversidad (ONU, 2015).

Por lo tanto, es necesario que los gobiernos prioricen la conservación del agua mediante una gestión integrada y planificada (Huan et al., 2018). Para que la gestión del agua agrícola se adapte y responda eficientemente al cambio climático, necesita ser sostenible; es decir, debe equilibrar la disponibilidad con las necesidades hídricas. Para lograrlo se requiere adoptar prácticas que permitan un uso eficaz y racional del agua, tales como el riego deficitario, el secado parcial de raíces y el riego subterráneo (Chartzoulakis y Bertaki, 2015; Tang et al., 2021; Brown y Hansen, 2021). Las cuales son tecnologías mucho más eficientes que las tradicionales y que permiten hacer un uso más responsable y eficiente del agua.

En el Perú, la actividad agrícola representa el 6% del PBI (BCRP, 2025), y depende en gran medida de una gestión hídrica eficiente. Teniendo en cuenta que, de acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua (ANA), ente rector de este recurso hídrico, señala que los conflictos en torno al agua no solo derivan de su escasez, sino también de los efectos del cambio climático (Alegría, 2012). Esta situación se agrava por factores sociales, ambientales y políticos. Por lo tanto, actualmente esta problemática se está abordando mediante una gestión del agua descentralizada, involucrando a los gremios de productores organizados en juntas de usuarios, los cuales tienen como función principal brindar el servicio de distribución del recurso en sus respectivos sectores hidráulicos (PCM, 2023). Esta integración entre todos los entes involucrados fortalece la gestión del agua, promoviendo una cultura de uso responsable.

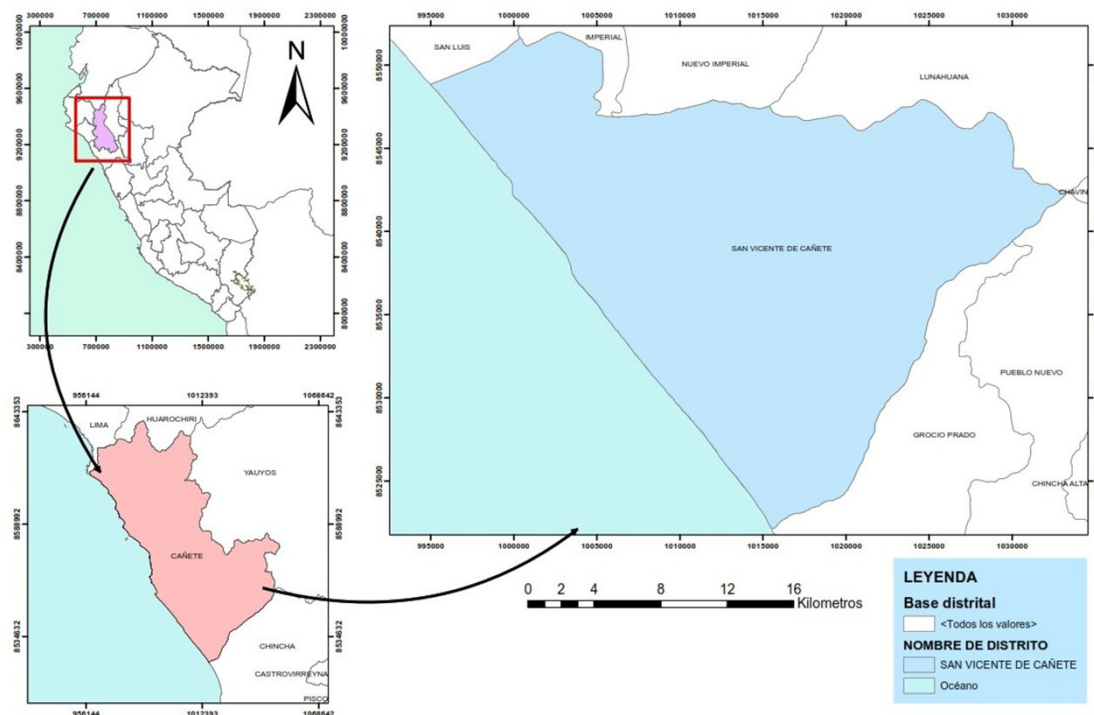
Este estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre el cambio climático y la gestión del recurso hídrico en el valle de Cañete. Esto reafirma la necesidad de consolidar una gestión hídrica sostenible frente a las crecientes amenazas climáticas.

Materiales y métodos

La investigación, de enfoque cuantitativo y alcance correlacional, tuvo un diseño no experimental. Los datos se analizaron con SPSS mediante el coeficiente Tau-c de Kendall para evaluar la relación entre variables categóricas.

El estudio consideró dos variables, analizó la correlación entre la gestión del agua de riego y el cambio climático mediante el coeficiente de correlación Tau-c de Kendall. Para ello, se trabajó con una población conformada por 170 productores agrícolas del distrito de San Vicente, provincia de Cañete (Figura 1). A partir de ella se determinó, mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, una muestra de 120 productores. Para establecer dicha muestra se consideró como criterios de inclusión a los productores ubicados en el sector de Tercer Mundo, Herbay Bajo, Chilcal y Herbay Alto del Distrito de San Vicente, Cañete.

Figura 1
Ubicación del área de estudio



A los 120 productores se les aplicó una encuesta y cuestionario. Los datos recolectados fueron procesados en Excel y posteriormente analizados en SPSS.

Resultados

De los 120 agricultores encuestados de los cuatro sectores del distrito de San Vicente (Tercer Mundo, Herbay Bajo, Chilcal y Herbay Alto) se recolectaron datos descriptivos acerca de la gestión del agua de riego y la percepción del cambio climático, los cuales se presentan en la Tabla 1. Respecto a la gestión del agua de riego, para el 52,5% esta es eficiente, para el 38,3% es poco

eficiente, y para el 9,2% es muy eficiente. Resalta la zona de Chilcal, donde el 96,7% calificó la gestión como poco eficiente. Por el contrario, la zona donde la gestión se calificó como eficiente (60,0%) y muy eficiente (36,7%) fue en Herbay Alto.

Por otro lado, en la percepción del cambio climático, la mayoría de los agricultores encuestados (63,4%) manifestó que este fenómeno es constante en su zona, mientras que el 21,7% señaló que se presenta cada dos años, el 6,6% indicó que se presenta cada tres años, el 3,3% cada cuatro o más años y el 5,0% consideró que no existe.

Tabla 1
Distribución de los sectores según la gestión del agua de riego y la percepción del cambio climático

Sector	Gestión del agua de riego				Percepción del cambio climático			
	Poco eficiente	Efficiente	Muy eficiente	No existe	Constante	Cada 2 años	Cada 3 años	4 o más años
Tercer Mundo	43,3%	56,7%	0,0%	0,0%	76,7%	6,7%	3,3%	13,3%
Herbay Bajo	10,0%	90,0%	0,0%	13,3%	76,7%	10,0%	0,0%	0,0%
Chilcal	96,7%	3,3%	0,0%	6,7%	73,3%	20,0%	0,0%	0,0%
Herbay Alto	3,3%	60,0%	36,7%	0,0%	26,7%	50,0%	23,3%	0,0%
Total	38,3%	52,5%	9,2%	5,0%	63,4%	21,7%	6,6%	3,3%

Con respecto, a los resultados de la correlación entre las variables analizadas, estas se presentan en la Tabla 2. Se encontró que, existe una correlación positiva y significativa entre el cambio climático y la gestión del agua de riego en el valle de Cañete (Tau-c = 0,191; p = 0,006). En cuanto al efecto del cambio climático en la disponibilidad del agua, el coeficiente Tau-c fue de 0,037 con una significancia de p = 0,557. Este resultado, indica que no se encontró evidencia estadística

suficiente para afirmar que el cambio climático influye de manera significativa en la disponibilidad hídrica de los agricultores encuestados. En cuanto a su efecto en los sistemas de riego, se encontró un Tau-c de 0,332 y un valor de p < 0,001, lo cual revela una correlación significativa. Este hallazgo sugiere que las variaciones climáticas sí afectan la eficiencia y funcionamiento de los sistemas de riego tradicionales empleados en la zona. Por último, a la evaluación de las estrategias de adaptación

frente al cambio climático arrojó un Tau-c de 0,121 con $p = 0,061$. Esto indica que, en la muestra estudiada, no

existen tecnologías o medidas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático en la gestión hídrica.

Tabla 2
Correlaciones Tau-c de Kendall entre cambio climático y variables hídricas

Variables	Valor Tau-c	Significación	Interpretación
Cambio climático y gestión del recurso hídrico	0,191	0,006	Correlación positiva y significativa (débil)
Cambio climático y disponibilidad del agua	0,037	0,557	No significativa
Cambio climático y sistema de riego	0,332	< 0,001	Correlación positiva y significativa
Existencia de estrategias frente al cambio climático	0,121	0,061	No significativa

Discusión

El cambio climático genera serios impactos en sectores como la agricultura, donde se depende en gran medida de los recursos hídricos. En este panorama, es necesario estudiar la relación de la gestión del agua agrícola y el cambio climático, analizando sobre todo la percepción de los agricultores, quienes son los más afectados. En ese sentido, en el presente estudio se encontró que, de acuerdo con la percepción de los agricultores encuestados, el cambio climático se relacionó significativamente con la gestión del agua de riego en el valle de Cañete. Esto coincide con otras investigaciones, donde mediante una simulación Monte Carlo, se halló que un 69 % de agua se pierde en la producción agrícola, por lo que, el cambio climático incrementa la demanda de agua de riego (Elnashar y Elyamany, 2023). En contraste, otros estudios realizados en Egipto (Makar et al., 2022) y Ghana (Incoom et al., 2022) aportan evidencias del incremento proyectado de las necesidades hídricas, de entre 4 % y 27 % según cultivos, y confirman que el cambio climático intensifica la presión sobre los sistemas de riego actuales. Esto sugiere la necesidad de estrategias hacer frente a los impactos por riesgos climáticos. Al respecto, se sugiere la adopción de estrategias orientadas a lograr una gestión sostenible del agua agrícola. Así pues, estas estrategias deben adoptar nuevas tecnologías que reduzcan el desperdicio de agua como el uso de redes de conducción y distribución mediante tecnologías avanzadas (telemetría, GIS, sensores remotos) (Bwambale et al., 2022). Asimismo, se requiere una mejora de la eficiencia de los sistemas de riego, adoptando técnicas innovadoras como el riego deficitario controlado o el riego subterráneo (Iglesias y Garrote, 2015; Donoso, 2021; Chartzoulakis y Bertaki, 2015). En ese sentido, en un país en desarrollo como Perú, la implementación de estas tecnologías es necesario para enfrentar los crecientes riesgos del cambio climático.

Por otro lado, se encontró que el 63,4% de los agricultores perciben al cambio climático como constante y tan solo un 5,0% considera que no existe. Al respecto, estudios realizados en el Perú muestran una tendencia similar, un trabajo realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), llevado a cabo a nivel nacional, concluyó que el 92% de la población ha oído hablar del cambio climático, con una mayor conciencia en Lima y Callao (95%) (MINAM, 2017). De la misma manera, en

comunidades del río Marañón los agricultores perciben los cambios climáticos en el aumento de temperatura, alteraciones estacionales y eventos extremos. De esta manera, reconocen los impactos en sus tierras de cultivo y periodos de siembra (Linares, 2023). Con ello se evidencia la importancia de considerar las percepciones locales dentro de la formulación de estrategias de adaptación al cambio climático y evidencia la necesidad de fortalecer la educación ambiental. Teniendo en cuenta que, en el Perú ha habido un aumento de eventos extremos a comparación de décadas anteriores, como el El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) que es más intenso y frecuente, lo que generaría consecuencias negativas a la agricultura y la economía de los agricultores (Salazar et al., 2022).

Conclusiones

El estudio encontró que, según la percepción de los agricultores, el cambio climático se relacionó significativamente con la gestión del agua de riego y con el sistema de riego en el valle de Cañete, mientras que no se halló relación significativa con la disponibilidad del agua ni con la existencia de estrategias de adaptación. La ausencia de estrategias frente al cambio climático evidencia la necesidad de promover capacitaciones y adoptar tecnologías de riego más eficientes que mejoren la resiliencia del sector ante futuros escenarios climáticos.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron de manera equitativa en la elaboración del artículo y aprobaron su versión final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

Referencias

Alegría, G. J., Estrada, Z. A., Bueno, M., Canales, S. L., Limachi, Q. J. P., y Pinedo, M. D. H. (2012). *Gestión del agua y los conflictos en su interrelación con el cambio climático en la región Apurímac*. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC – Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-apurimac/archivos/public/docs/1469.pdf>

Ángeles, V. A., Arana, D. P., Camargo, S. D., y Onafuje, O. (2024). Comparison between Standardized

- Precipitation Index (SPI) and Standardized Evapotranspiration Index (SPEI) for agricultural drought over Mantaro Valley, Peru. *Manglar*, 21(3), 337–345.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2025). *Nota de Estudios del BCRP N.º 23 – 21 de marzo de 2025*. BCRP. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2025/nota-de-estudios-23-2025.pdf>
- Bär, R., Rouholahnejad, E., Rahman, K., Abbaspour, K. C., y Lehmann, A. (2015). Climate change and agricultural water resources: A vulnerability assessment of the Black Sea catchment. *Environmental Science & Policy*, 46, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.04.008>
- Brown, C., y Hansen, J. (2021). *Agricultural water management and climate risk* (IRI Tech. Rep. No. 08-01). International Research Institute for Climate and Society. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Agricultural_Water_Management_and_Climate_Risk%202008.pdf
- Bwambale, E., Abagale, F. K., y Anornu, G. (2022). Smart irrigation monitoring and control strategies for improving water use efficiency in precision agriculture: A review. *Agricultural Water Management*, 260, 107394. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107394>
- Chartzoulakis, K., y Bertaki, M. (2015). Sustainable water management in agriculture under climate change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.011>
- Donoso, G. (2021). Management of water resources in agriculture in Chile and its challenges. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 48(1), 1–19. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v48i1.2293>
- Elnashar, W., y Elyamany, A. (2023). Managing risks of climate change on irrigation water in arid regions. *Water Resources Management*, 37(15), 2429–2446. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03267-1>
- Fuentes, I., Vervoort, R. W., McPhee, J., y Reyes, L. (2024). Agricultural water accounting: Complementing a governance monitoring schema with remote sensing calculations at different scales. *Agricultural Water Management*, 292, 108676. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108676>
- Hatch, U., Jagtap, S., Jones, J., y Lamb, M. (1999). Potential effects of climate change on agricultural water use in the southeast U.S. *Journal of the American Water Resources Association*, 35(6), 1551–1561. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb04237.x>
- Hernández, A., Alcaraz, J., y Ortiz-Paniagua, C. (2023). Climate change and agriculture in Region of Cuitzeo, Michoacán, Mexico. *Revista Regiones y Desarrollo Sustentable*, 23(44).
- Hernández-Rodríguez, M., Romo-Lozano, J. L., Barrios-Puente, G., y Cuevas-Alvarado, M. C. (2023). Climate change and its effects on agriculture in Mexico. *Agrociencia*, 57(2). <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i2.2523>
- Huan, S., Wortmann, M., Duethmann, D., Menz, C., Shi, F., Zhao, C., Su, B., y Krysanova, V. (2018). Adaptation strategies of agriculture and water management to climate change in the Upper Tarim River basin, NW China. *Agricultural Water Management*, 203, 207–224. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.004>
- Iglesias, A., y Garrote, L. (2015). Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe. *Agricultural Water Management*, 155, 113–124. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.03.014>
- Incoom, A. B. M., Adjei, K. A., Odai, S. N., Akpoti, K., y Siabi, E. K. (2022). Impacts of climate change on crop and irrigation water requirement in the Savannah regions of Ghana. *Journal of Water and Climate Change*, 13(9), 3338–3356. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.129>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- Li, M., Cao, X., Liu, D., Fu, Q., Li, T., y Shang, R. (2022). Sustainable management of agricultural water and land resources under changing climate and socio-economic conditions: A multi-dimensional optimization approach. *Agricultural Water Management*, 259, 107235. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107235>
- Linares, G. (2023). *Percepción de los agricultores sobre el cambio climático y su impacto en el cultivo de papa nativa del distrito de Pazos – Huancavelica* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14739/1/IV_PG_MCMGADS_TE_Jauregui_Ttito_2023.pdf
- Makar, R. S., Shahin, S. A., El-Nazer, M., Wheida, A., y Abd El-Hady, M. (2022). Evaluating the impacts of climate change on irrigation water requirements. *Sustainability*, 14(24), 16760. <https://doi.org/10.3390/su142416760>
- Malhi, G. S., Kaur, M., y Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability*, 13(3), 1318. <https://doi.org/10.3390/su13031318>

- Ministerio del Ambiente. (2017). *Conocimiento y percepción del peruano sobre el cambio climático a nivel nacional*. MINAM. <https://siar.regioncajamarca.gob.pe/documentos/conocimiento-percepcion-peruano-cambio-climatico-nivel-nacional>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005–2015*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Tema bienal para 2024–25: Gestión de los recursos hídricos para lograr las cuatro mejoras (una producción, una nutrición, un medio ambiente y una vida mejores) con miras al cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e4108ed4-0295-4e07-87d8-e4460012ae96/content>
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2023). *Ley que regula las organizaciones de usuarios de agua para el fortalecimiento de su participación en la gestión multisectorial de los recursos hídricos* (Ley N.º 31801). <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2190371-1>
- Salazar, O., Chinchilla-Soto, C., Santos-Villalobos, S., Ayala, M., Benavides, L., Berriel, V., Cardoso, R., Chavarri, E., Meigikos dos Anjos, R., González, A., Nario, A., Samudio, A., Villareal, J., Sibello-Hernández, R., Govan, J., y Heng, L. (2022). Water consumption by agriculture in Latin America and the Caribbean: Impact of climate change and applications of nuclear and isotopic techniques. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 49(3), 258–275.
- Srivastav, A., Dhyani, R., Ranjan, M., Madhav, S., y Sillanpää, M. (2021). Climate-resilient strategies for sustainable management of water resources and agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 41576–41595. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14332-4>
- Tang, Y. H., Luan, X. B., Sun, J. K., Zhao, J. F., Yin, Y. L., Wang, Y. B., y Sun, S. K. (2021). Impact assessment of climate change and human activities on GHG emissions and agricultural water use. *Agricultural and Forest Meteorology*, 296, 108230. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108230>
- Torres-Slimming, P. A., López, L., Castañeda, K., Durand, O., Skye, P., y Salmon-Mulanovich, G. (2021). Explorando percepciones del impacto del cambio climático en tres regiones en el Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 8, 1–18. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202102.005>
- Valencia, R., Guillaumot, L., Sahu, R. K., Nam, C., Lierhammer, L., y Máñez Costa, M. (2023). An assessment of water management measures for climate change adaptation of agriculture in Seewinkel. *Science of the Total Environment*, 885, 163909. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163909>
- Yuan, X., Li, S., Chen, J., Yu, H., Yang, T., Wang, C., Huang, S., Chen, H., y Ao, X. (2024). Impacts of global climate change on agricultural production: A comprehensive review. *Agronomy*, 14(7), 1360. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>