



# Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y crecimiento económico

## San Martín Region: Trilogy (AAE) of Water, Agriculture, Energy, and Economic Growth

Pezo-Carmelo, Edilberto<sup>1</sup>

Sánchez-Dávila, Keller<sup>1\*</sup>

Arévalo-Cueva, Olga Adriana<sup>1</sup>

Ríos-Lozano, Kterine<sup>1</sup>

Landacay-Jaramillo, Jorge Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

<sup>2</sup>Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

**Recibido:** 26 Nov. 2024 | **Aceptado:** 14 Abr. 2025 | **Publicado:** 20 Jul. 2025

**Autor de correspondencia\*:** [ksanchezd@unsm.edu.pe](mailto:ksanchezd@unsm.edu.pe)

**Cómo citar este artículo:** Pezo-Carmelo, E., Sánchez-Dávila, K., Arévalo-Cueva, O. A., Ríos-Lozano, K., & Landacay-Jaramillo, J. L. (2025). Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y crecimiento económico. *Revista Amazónica de Ciencias Económicas*, 4(2), e815. <https://doi.org/10.51252/race.v4i2.815>

### RESUMEN

El recurso hídrico es un problema en la región San Martín, reafirmando el propósito de direccionar acciones hacia una gestión integral, con un enfoque territorial para responder al cambio climático. El Objetivo fue demostrar que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía mediante el cálculo econométrico tiene relación con el crecimiento económico. Tipo de investigación básica, bajo el diseño de investigación no experimental-correlacional. Se utilizó la huella hídrica como indicador para la disponibilidad del recurso hídrico, la misma que permitirá cambiar las opiniones respecto a la escasez de agua vinculada a la seguridad alimentaria y energética en la región. Se estableció un modelo econométrico lineal múltiple permitiendo comparar la relación existente entre la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola, el suministro energético y el crecimiento económico en la región San Martín, aplicando el método de mínimos cuadrados ordinarios. La regresión realizada muestra que existe un coeficiente de determinación igual al 97.09% mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético, existiendo además una relación fuerte entre dichas variables, pues se logra determinar un coeficiente de correlación del 0.98532 entre crecimiento económico y las demás variables.

**Palabras clave:** gasto energético; gestión hídrica; huella hídrica; productividad agrícola; recurso hídrico

### ABSTRACT

Water resources are a problem in the San Martín region, reaffirming the purpose of directing actions towards an integrated management, with a territorial approach to respond to climate change. The objective was to demonstrate that the trilogy (AAE) water, agriculture and energy through econometric calculation is related to economic growth. Type of basic research, under the non-experimental-correlational research design. The water footprint was used to indicate the availability of water resources, allowing changing opinions regarding water scarcity linked to food and energy security in the region. A multiple linear econometric model was established to compare the relationship between the availability of water resources, agricultural productivity, energy supply and economic growth in the San Martín region, applying the ordinary least squares method. The regression shows that there is a coefficient of determination equal to 97.09%, showing that economic growth is explained by the availability of water resources, agricultural productivity and energy supply, and there is also a strong relationship between these variables since a correlation coefficient of 0.98532 is determined between economic growth and the other variables.

**Keywords:** energy expenditure; water management; water footprint; agricultural productivity; water resources



## 1. INTRODUCCIÓN

La rápida urbanización y el cambio climático están haciendo crecer la demanda en todos los usos del agua (Nguyen et al., 2023). Las ciudades de países en desarrollo deberán satisfacer la demanda de 70 millones de personas más cada año durante los próximos 20 años (Nieuwenhuijsen, 2020). Para el 2030 se necesitará un 45% más de agua sólo para satisfacer las necesidades alimentarias (Nhamo et al., 2025). Además, más de 1300 millones de personas siguen sin tener acceso a la electricidad en todo el mundo y el cierre de la brecha de energía tiene consecuencias sobre el agua, usada para la extracción de combustible, como refrigeración, o como energía hidroeléctrica (Ijoma et al., 2022). Debido a esta creciente tensión, muchos países están introduciendo un enfoque integrado de gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca que incluye la mejora de los acuerdos institucionales y las prácticas de trabajo (Koop et al., 2022).

La justificación de estudiar la trilogía agua, agricultura y energía (AAE), se fundamenta en realizar un análisis conjunto de las variables (agua, agricultura y energía), donde la disponibilidad del recurso hídrico representa un problema del agua, que no solo se vincula con el cambio climático que contribuye a la escasez física del mismo, sino que se debe de realizar una buena gestión (Hamidov & Helming, 2020). Entendiendo que las aguas superficiales son la expresión de la oferta hídrica para fines de producción que solo una parte sería utilizada, además se enfoca en la participación del agua como un proceso productivo y su contribución al crecimiento económico de la región como tema de disponibilidad del recurso hídrico mediante el cálculo de la huella hídrica agropecuaria, lo que identifica factores claves para el crecimiento de la región y país (Yano et al., 2015).

En el Perú, la demanda hídrica se clasifica en uso consuntivo (agrícola, doméstico, industrial y minero) y no consuntivo (energético y pesquero). Aunque los sectores que más contribuyen al PBI nacional son la industria, minería, comercio y construcción, el agropecuario concentra la mayor demanda de agua, representando cerca del 90% de la huella hídrica del país (Autoridad Nacional del Agua, 2015). El MINAGRI clasifica la agricultura en subsistencia, pequeños negocios rurales, producción comercial, agroexportación e intensiva. Este sector representa el sustento principal del 80% de los hogares rurales y también tiene presencia en el ámbito urbano. Asimismo, la actividad pecuaria, orientada a la producción de carne, leche y huevos, depende del uso intensivo de agua tanto para la crianza de animales como para la producción de cultivos forrajeros (Weishaupt et al., 2020).

La agricultura constituye una actividad fundamental para los pobladores rurales del Perú, desempeñando un rol central en la estructura productiva del país (Baylon Salvador & Quispe Cusi, 2023; Benavente Cárdenas et al., 2018; Patiño-Ramírez & Valiente-Saldaña, 2023). Para Berchoux et al. (2019); Kapur (2019) esta actividad representa el eje principal de ocupación en zonas rurales, donde se configura como un soporte clave en la provisión de alimentos y en el abastecimiento de materias primas. Su impacto se extiende también al sistema nacional de riego, al que está estrechamente vinculado, lo que refuerza su papel estratégico en la seguridad alimentaria y el desarrollo territorial (Pawlak & Kołodziejczak, 2020).

El suministro energético es un factor transversal que sostiene tanto las actividades primarias como los sectores industriales y de servicios (Deshmukh et al., 2023). La energía no solo posibilita el funcionamiento de procesos productivos, sino que también es un componente esencial del bienestar humano. Tal como lo indica la Al Kez et al. (2024), el desarrollo económico y social está condicionado por el acceso y uso adecuado de la energía, especialmente la electricidad, la cual es clave para mejorar la calidad de vida en contextos rurales y urbanos. En este marco, el aumento de la demanda energética refleja el crecimiento poblacional y la expansión de actividades económicas.

El crecimiento económico se mide tradicionalmente a través de la variación del Producto Bruto Interno (PBI), que representa la producción de bienes y servicios en un periodo determinado. Jansen et al. (2024) señalan que este indicador debe complementarse con variables sociales como el acceso a la salud, la

educación y la nutrición, las cuales permiten una visión más integral del desarrollo. Además, cobra relevancia la incorporación de los recursos naturales en los modelos económicos, reconociendo su influencia directa en el crecimiento de largo plazo y en los procesos de sostenibilidad ambiental.

En este contexto, la región San Martín enfrenta una serie de retos relacionados con el cambio climático, que afectan de manera directa el acceso al agua potable, los sistemas de saneamiento, el riego agrícola y la generación de energía hidroeléctrica. Estos impactos comprometen tanto la productividad agrícola como la calidad de vida de la población. Al mismo tiempo, la región posee un alto potencial agroproductivo que requiere optimización de sus recursos naturales, especialmente agua y energía, para avanzar hacia una industrialización sostenible y una diversificación productiva eficiente.

El uso racional del recurso hídrico y energético se configura como un componente esencial del desarrollo socioeconómico territorial. La articulación entre el sector agropecuario, el energético y las dinámicas demográficas, urbanas e industriales demanda una gestión integrada que responda a las presiones crecientes sobre el agua. En ese marco, el objetivo de esta investigación fue demostrar que la trilogía compuesta por agua, agricultura y energía (AAE) mantiene una relación significativa con el crecimiento económico, lo cual se comprobó mediante el uso de técnicas de estimación econométrica. Este enfoque permite evidenciar el impacto conjunto de estos tres factores en la dinámica productiva y el desarrollo sostenible de la región.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en la región San Martín y se enmarcó dentro de una investigación de tipo básico, con un nivel explicativo. Su objetivo fue demostrar, mediante técnicas de análisis econométrico, la existencia de una relación significativa entre la trilogía agua, agricultura y energía (AAE) y el crecimiento económico regional durante el periodo 2006–2015. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), este nivel de investigación se orienta a identificar las causas de los fenómenos sociales o naturales y a establecer las condiciones en las que se manifiestan, así como las relaciones entre variables. El diseño metodológico adoptado fue no experimental de tipo correlacional.

La investigación se basó en el análisis de datos secundarios provenientes de fuentes oficiales, específicamente de las bases de datos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), la Dirección Regional de Agricultura San Martín (DRASAM), el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Las variables independientes consideradas fueron la disponibilidad del recurso hídrico, la productividad agrícola y el suministro energético, mientras que la variable dependiente fue el crecimiento económico.

Para la recolección de información se emplearon técnicas de fichaje y análisis documental, utilizando como instrumentos fichas textuales y guías documentales elaboradas conforme a los lineamientos metodológicos establecidos por las entidades mencionadas. El procesamiento y análisis de los datos se efectuó mediante los softwares estadísticos Stata® V25 (StataCorp, College Station, Texas, USA) y EViews®, lo cual permitió desarrollar modelos econométricos adecuados para contrastar las hipótesis planteadas y establecer relaciones significativas entre las variables del estudio.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Disponibilidad del recurso agua de la región San Martín

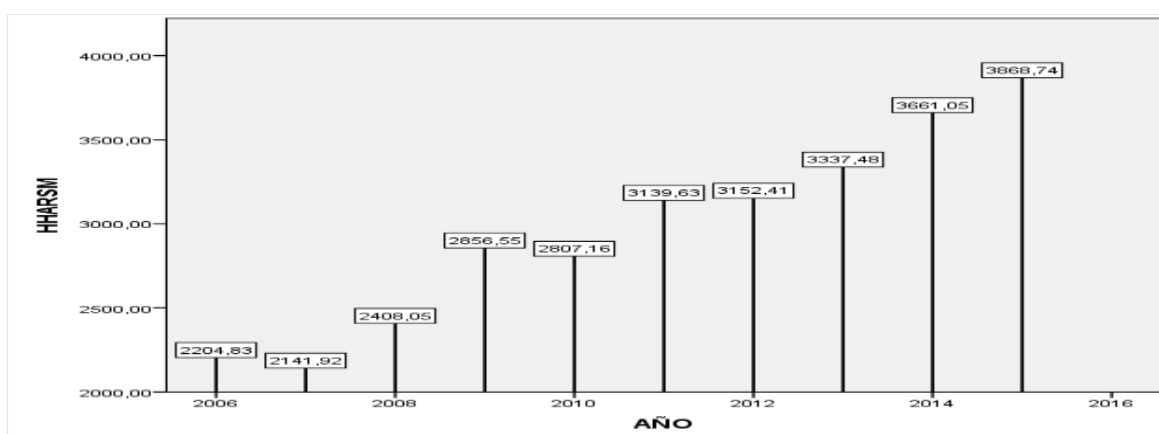
La disponibilidad del recurso hídrico en la región San Martín está directamente influenciada por la demanda de agua de los principales cultivos y productos agropecuarios desarrollados en su territorio. La huella hídrica permite cuantificar el volumen total de agua utilizado en cada etapa de producción, reflejando la presión que cada producto ejerce sobre los recursos hídricos. A continuación, se presenta una

tabla con los productos agrícolas y pecuarios de mayor relevancia en la región y su respectiva huella hídrica, lo que permite evidenciar su impacto en la gestión del agua.

**Tabla 1.** Productos con mayor huella hídrica

Producto	arroz	yuca	plátano	Palma aceitera	Maíz amarillo	cacao	café	Carne de vacuno
<b>Huella hídrica</b>	733,81	157,48	782,07	440,78	243,01	808,86	449,95	361,72

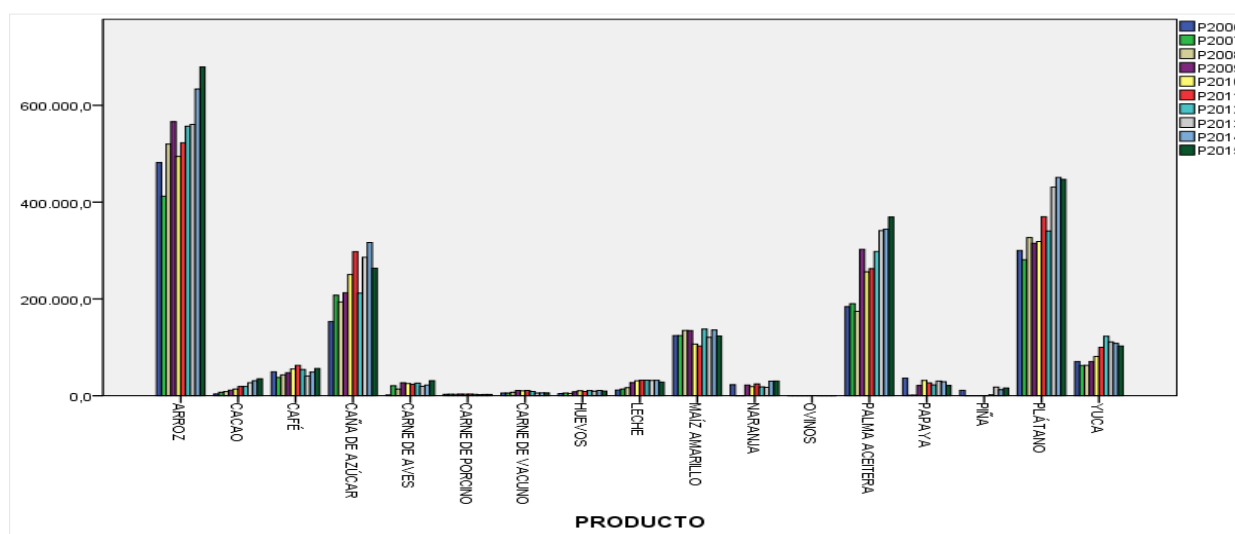
La huella hídrica es abordada a través de la cantidad de agua utilizada en el proceso productivo agropecuario, donde se puede constatar que existe una concepción muy enraizada que la producción del arroz utiliza mayor recurso hídrico, en cambio los indicadores utilizados muestran que el producto que mayor huella hídrica es el cacao seguido del plátano, arroz, café, palma aceitera, carne de vacuno, maíz amarillo y la yuca respectivamente, en hectómetros cúbicos. La región tiene como actividad principal a la agricultura, la misma que se concentra generalmente en las zonas rurales, concentrándose mayores niveles de pobreza y extrema pobreza.



**Figura 1.** Variación de la huella hídrica agropecuaria en la región San Martín

La concentración del consumo del agua es representada por la huella hídrica de la producción agropecuaria, la misma que muestra un comportamiento ascendente permanente acorde al incremento en la producción agropecuaria y por ende a la necesidad de satisfacer el consumo, esta variación se demuestra en hectómetros cúbicos.

### 3.2. Producción agrícola de la región San Martín



**Figura 2.** Producción agropecuaria de la región San Martín

La producción a lo largo de la década de estudio periodo 2006 – 2015, muestra determinadas características e importantes líneas de orientación de la producción siendo el arroz el producto que muestra mayor dinamismo en su crecimiento, seguido por el plátano, la palma aceitera, la caña de azúcar, el maíz amarillo y la yuca respectivamente.

Lalawmpui & Rai (2023) mencionan que el agua es necesaria para la generación de energía, para el cultivo, para la producción de alimentos y al mismo tiempo la energía para la producción de alimentos y acceso a fuentes de agua, generando una relación dinámica ente las partes, las que deben trabajar en forma conjunta para asegurar la viabilidad de sus decisiones con el fin de alcanzar un crecimiento y desarrollo sostenible.

### 3.3. Producción energética de la región San Martín

**Tabla 2.** Producción energética global de la región San Martín

Descripción	Producción de electricidad GWh		Producción de electricidad GWh
	Hidráulica	Térmica	Total
<b>Año</b>			
2006	32.00	84.00	116.00
2007	37.00	100.00	137.00
2008	40.00	114.00	154.00
2009	46.00	121.00	167.00
2010	28.00	150.00	178.00
2011	35.00	10.00	45.00
2012	46.00	6.00	52.00
2013	43.00	7.00	50.00
2014	49.00	10.00	59.00
2015	49.00	13.00	62.00

La huella hídrica generada por la producción de energía eléctrica a través de la generación térmica e hidroenergética a la vez y expresada en hectómetros cúbicos, va de acorde a los niveles de producción energética en la región considerando la reducción de generación térmica y el limitado incremento de generación hidroenergética, al mismo tiempo teniendo en cuenta la dependencia energética del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

La región San Martín cuenta con un potencial hidroenergético importante, como lo establece la actualización de la política energética periodo 2015 – 2030, cuenta con un potencial hidroenergético teórico de 5 392 MW, y de los cuales solo se vienen aprovechando el 0.14%, lo mismo que corresponde a las centrales hidroeléctricas del GERA I Y GERA II, con producción de 6 y 2 GW respectivamente. Llega a una cobertura eléctrica de 87.8%, ocupando el puesto número 14 de los 24 departamentos del Perú según el índice de competitividad regional publicado por el instituto peruano de economía. Al mismo tiempo que nos ubica en el puesto 23 en relación al costo de la electricidad, siendo la energía más cara del país.

### 3.4. Crecimiento económico y la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético en la región San Martín periodo 2006 – 2015

**Tabla 3.** PBI y la trilogía agua, agricultura y energía de la región San Martín

Año	PBI región San Martín Miles de Soles	hh producción agropecuaria y agua potable de la región San Martín hm3	PBI agropecuario región San Martín Miles de Soles	hh por producción de electricidad hidráulica y térmica regional hm3
2006	3076384.00	2221.08	747368.00	0.00000464
2007	3266254.00	2158.77	1168921.00	0.00000548
2008	3774422.00	2425.62	1267532.00	0.00000616
2009	4024391.00	2874.68	1343600.00	0.00000668
2010	4333975.00	2824.81	1430381.00	0.00000712
2011	5050535.00	3157.87	1648959.00	0.00000180
2012	5590778.00	3169.69	1780238.00	0.00000208

<b>2013</b>	<b>5805907.00</b>	3355.72	<b>1698331.00</b>	0.00000200
<b>2014</b>	<b>6720198.00</b>	3678.72	<b>1845168.00</b>	0.00000236
<b>2015</b>	<b>7289942.00</b>	3886.52	<b>2009633.00</b>	0.00000248

De la tabla se muestra que a un mayor PBI (miles de soles) se incrementa la huella hídrica (hh) en producción agropecuaria y agua potable, en la producción de electricidad hidráulica y térmica; de la misma manera e, PBI agropecuario en la región San Martín.

### 3.5. Cálculo econométrico que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín

**Tabla 4.** Matriz de Correlaciones

	Correlation			
	PBI_REGIO...	HH_PRODU...	PBI_AGROP...	HH_POR_P...
PBI_REGIO...	1.000000	0.978937	0.939686	-0.724358
HH_PRODU...	0.978937	1.000000	0.930899	-0.675746
PBI_AGROP...	0.939686	0.930899	1.000000	-0.645420
HH_POR_P...	-0.724358	-0.675746	-0.645420	1.000000

Se aprecia la relación de cada una de las variables independientes (la Huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria, el PBI agrícola de San Martín y la huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica) con la variable dependiente (PBI región San Martín), cabe resaltar que cada una de las variables independientes se encuentra altamente correlacionada con la variable dependiente. Las variables huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria (97.89%) y el PBI agrícola de San Martín (93.96%) tienen una relación directa con el PBI región San Martín. Por su parte la variable huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica muestra una relación inversa o negativa con el PBI región San Martín, la relación este alrededor del 72.43%.

**Tabla 5.** Parámetros para la ecuación

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1191640.	904349.7	-1.317676	0.2357
HH_PRODUCCION_AGROPECUAR	1762.994	485.3936	3.632091	0.0109
PBI_AGROPECUARIO_REGION_	0.762466	0.730910	1.043174	0.3371
HH_POR_PRODUCCION_DE_ELE	-7.35E+10	6.34E+10	-1.157869	0.2909
R-squared	0.970870	Mean dependent var		4893279.
Adjusted R-squared	0.956304	S.D. dependent var		1441207.
S.E. of regression	301262.6	Akaike info criterion		28.35853
Sum squared resid	5.45E+11	Schwarz criterion		28.47956
Log likelihood	-137.7926	Hannan-Quinn criter.		28.22575
F-statistic	66.65680	Durbin-Watson stat		1.660106
Prob(F-statistic)	0.000053			

En la tabla 5 muestra los parámetros para la ecuación a determinar en función de las variables de estudio.

Considerando la siguiente ecuación lineal:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \mu$$

**Considerando que:**

Y : Crecimiento económico

$$a = - 1'191,640$$

X<sub>1</sub> : Disponibilidad del recurso hídrico

$$\beta_1 = 1762.994$$

X<sub>2</sub> : Productividad agrícola

$$\beta_2 = 0.762466$$

X<sub>3</sub> : Suministro energético

$$\beta_3 = - 73,500'000,000$$

La ecuación de regresión encontrada sería la siguiente:

$$Y = -1'191,640 + 1,762.994 X_1 + 0.762466 X_2 - 7.35E + 10 X_3 + \mu$$

Con un coeficiente de Determinación de **0.970870**

Con un coeficiente de Correlación de **0.98532**

La regresión realizada muestra que existe un coeficiente de determinación igual al 97.09% mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del Recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético, existiendo además una relación fuerte entre dichas variables, pues se logra determinar un coeficiente de correlación del **0.98532** entre crecimiento económico y las variables estudiadas.

La ecuación de regresión, muestra que por cada hectómetro cúbico de agua orientado a la producción agropecuaria tendríamos un incremento adicional del crecimiento económico correspondiente a 1,762.994 soles, ratificando la importancia de la adecuada gestión del agua. Así mismo una tonelada de producción adicional en la producción agropecuaria contribuye en 0.762466 soles de incremento en el crecimiento económico. Respecto al suministro energético muestra una afectación al crecimiento económico por cada nivel de energía utilizada, esto ratifica nuestra dependencia energética a través de los interconectados, siendo de suma importancia cambiar el sistema de abastecimiento de energía hacia el uso de las potencialidades de generación energéticas con que cuenta la región. Indica a su vez la afectación autónoma, si no existiese disponibilidad de recurso hídrico y producción agropecuaria en un total de - 1'191,640 soles al crecimiento económico de la región San Martín, producto del modelo econométrico encontrado.

## CONCLUSIONES

El análisis econométrico realizado demuestra que existe una relación significativa entre la disponibilidad del recurso hídrico, la productividad agrícola y el suministro energético con el crecimiento económico en la región San Martín durante el periodo 2006–2015. El modelo estadístico presenta un coeficiente de determinación de 97.09%, lo que indica que estas tres variables explican en gran medida la variabilidad del crecimiento económico observado. Asimismo, el coeficiente de correlación obtenido (0.98532) confirma una relación fuerte entre los factores analizados, validando el enfoque teórico de la trilogía agua-agricultura-energía como base para comprender el desarrollo económico regional.

Durante el periodo de estudio, se evidenció un crecimiento sostenido del producto bruto agropecuario, impulsado principalmente por cultivos como el arroz, el plátano y la palma aceitera. Sin embargo, el análisis de la huella hídrica revela una alta presión sobre los recursos hídricos, especialmente en cultivos como el cacao y el plátano, lo que plantea la necesidad de implementar estrategias de gestión eficiente del agua. Por otro lado, la disminución progresiva en la generación energética local, combinada con la limitada expansión de fuentes hidroeléctricas, evidencia una creciente dependencia del SEIN, lo cual representa un reto para la sostenibilidad energética de la región. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar de forma integrada la gestión del agua, la agricultura y la energía para impulsar un modelo de crecimiento económico sostenible y resiliente.

## FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición: Sánchez-Dávila, K., Pezo-Carmelo, E., Arévalo-Cueva, O. A., Ríos-Lozano, K & Landacay-Jaramillo, J. L.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al Kez, D., Foley, A., Lowans, C., & Del Rio, D. F. (2024). Energy poverty assessment: Indicators and implications for developing and developed countries. *Energy Conversion and Management*, 307, 118324. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118324>
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario*.
- Baylon Salvador, E. G., & Quispe Cusi, Y. (2023). Agricultura familiar y el desarrollo sostenible como medios de garantía para mantener la seguridad alimentaria. *Revista Alfa*, 7(20). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.225>
- Benavente Cárdenas, C., Camargo Salcedo, P., Sarmiento Sarmiento, G., & Mena Chacón, L. (2018). Evaluación del desarrollo de la agricultura periurbana y propuesta de gestión integral en el distrito de Cayma, Arequipa, Perú. *Idesia (Arica), ahead*, 0–0. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005001101>
- Berchoux, T., Watmough, G. R., Hutton, C. W., & Atkinson, P. M. (2019). Agricultural shocks and drivers of livelihood precariousness across Indian rural communities. *Landscape and Urban Planning*, 189, 307–319. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.04.014>
- Deshmukh, M. K. G., Sameeroddin, M., Abdul, D., & Abdul Sattar, M. (2023). Renewable energy in the 21st century: A review. *Materials Today: Proceedings*, 80, 1756–1759. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.501>
- Hamidov, A., & Helming, K. (2020). Sustainability Considerations in Water–Energy–Food Nexus Research in Irrigated Agriculture. *Sustainability*, 12(15), 6274. <https://doi.org/10.3390/su12156274>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill Education (ed.); Sexta Edic).
- Ijoma, G. N., Mutungwazi, A., Mannie, T., Nurmahomed, W., Matambo, T. S., & Hildebrandt, D. (2022). Addressing the water-energy nexus: A focus on the barriers and potentials of harnessing wastewater treatment processes for biogas production in Sub Saharan Africa. *Heliyon*, 8(5), e09385. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09385>
- Jansen, A., Wang, R., Behrens, P., & Hoekstra, R. (2024). Beyond GDP: a review and conceptual framework for measuring sustainable and inclusive wellbeing. *The Lancet Planetary Health*, 8(9), e695–e705. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00147-5)
- Kapur, R. (2019). Employment Opportunities in Rural Areas. *Acta Scientific Agriculture*, 3(8), 58–65. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2019.03.0564>
- Koop, S. H. A., Grison, C., Eisenreich, S. J., Hofman, J., & van Leeuwen, K. (2022). Integrated water resources management in cities in the world: Global solutions. *Sustainable Cities and Society*, 86, 104137. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104137>
- Lalawmpui, & Rai, P. K. (2023). Role of water-energy-food nexus in environmental management and climate action. *Energy Nexus*, 11, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100230>
- Nguyen, T. P. L., Viridis, S. G. P., & Vu, T. B. (2023). “Matter of climate change” or “Matter of rapid urbanization”? Young people’s concerns for the present and future urban water resources in Ho Chi Minh City metropolitan area, Vietnam. *Applied Geography*, 153, 102906. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102906>
- Nhamo, L., Mpandeli, S., Liphadzi, S., & Mabhaudhi, T. (2025). Catalyzing sustainable development goals

through the water-energy-food nexus. *IScience*, 28(2), 111902.  
<https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.111902>

Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities; A review of the current evidence. *Environment International*, 140, 105661.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105661>

Patiño-Ramírez, S., & Valiente-Saldaña, Y. M. (2023). Identificación de factores que determinan el desarrollo rural en comunidades campesinas, 2018-2023: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 242–256. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2783>

Pawlak, K., & Kołodziejczak, M. (2020). The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food Production. *Sustainability*, 12(13), 5488. <https://doi.org/10.3390/su12135488>

Weishaupt, A., Ekardt, F., Garske, B., Stubenrauch, J., & Wieding, J. (2020). Land Use, Livestock, Quantity Governance, and Economic Instruments—Sustainability Beyond Big Livestock Herds and Fossil Fuels. *Sustainability*, 12(5), 2053. <https://doi.org/10.3390/su12052053>

Yano, S., Hanasaki, N., Itsubo, N., & Oki, T. (2015). Water Scarcity Footprints by Considering the Differences in Water Sources. *Sustainability*, 7(8), 9753–9772. <https://doi.org/10.3390/su7089753>