

## Importancia de la agricultura frente al cambio climático: departamento de la Libertad - Perú

### Importance of agriculture in the face of climate change: department of la Libertad - Peru

Rogelio N. Macines-Romero<sup>1,a</sup>

#### Resumen

El objetivo de este estudio fue encontrar evidencia acerca de la relevancia de la producción agrícola del departamento de la Libertad, región ubicada al norte de Perú, debido a que dicho territorio abastece tanto al consumo local como al mercado interno y a la exportación de productos alimenticios clave. El estudio fue de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, exploratorio, con diseño no experimental, en el que se planteó un modelo econométrico que permitió procesar los datos del periodo 2007 a 2022 suministrados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) con el apoyo del software E-Views. Los resultados señalan la incidencia negativa del cambio climático en la producción de tres de los cuatro cultivos analizados: arroz, caña de azúcar y maíz amarillo. Este impacto adverso, atribuido al incremento de la temperatura, limitó el potencial aporte de estos cultivos al Valor Agregado Bruto del departamento de La Libertad. Se concluye que, en el departamento de La Libertad, durante el período 2007-2022, la producción de palta se vio favorecida por las altas temperaturas. Sin embargo, los cultivos de arroz, caña de azúcar y maíz amarillo fueron significativamente afectados de manera negativa debido a la ocurrencia de eventos climáticos extremos y temperaturas elevadas.

**Palabras clave:** cambio climático, producción agrícola, impactos del cambio climático, fenómeno El Niño.

#### Abstract

The objective of this study was to find evidence about the relevance of agricultural production in the department of La Libertad, a region located in the north of Peru, because said territory supplies both local consumption and the internal market and the export of key food products. . The study had a quantitative approach, descriptive, exploratory, with a non-experimental design, in which an econometric model was proposed that allowed processing the data from the period 2007 to 2022 provided by the National Institute of Statistics and Informatics (INEI) with the E-Views software support. The results indicate the negative impact of climate change on the production of three of the four crops analyzed: rice, sugar cane and yellow corn. This adverse impact, attributed to the increase in temperature, limited the potential contribution of these crops to the Gross Added Value of the department of La Libertad. It is concluded that, in the department of La Libertad, during the period 2007-2022, avocado production was favored by high temperatures. However, rice, sugar cane, and yellow corn crops were significantly negatively affected due to the occurrence of extreme weather events and high temperatures.

**Keywords:** climate change, agricultural production, impacts of climate change, El Niño phenomenon.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

**E-mail:** <sup>a</sup>[rmacinesr@unmsm.edu.pe](mailto:rmacinesr@unmsm.edu.pe)

**Orcid ID:** <sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-3951-1452>

**Enviado:** 29 de julio de 2024

**Revisado:** 30 de setiembre de 2024

**Aceptado:** 10 de diciembre de 2024

**Citar este artículo:** Macines-Romero, R.N. (2024). Importancia de la agricultura frente al cambio climático: departamento de la Libertad - Perú. *Investigación Valdizana*, 18(4), e2289. <https://doi.org/10.33554/riv.18.4.2289>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



## Introducción

El avance tecnológico sumado al bajo costo de la energía durante el siglo XX permitió que los países alcancen diversos niveles de crecimiento y desarrollo económicos, sin imaginar que en paralelo se estaba gestando un grave problema ambiental, principalmente por la producción de gases contaminantes que nuestro planeta no podía absorber y se fueron acumulando en la atmósfera dando origen al problema global denominado el cambio climático.

La agricultura es uno de los sectores responsables del cambio climático, pero, al mismo tiempo, es uno de los más vulnerables a sus efectos negativos. Un clima favorable es fundamental para el rendimiento y la productividad de los cultivos, sin embargo, la creciente frecuencia de fenómenos climáticos extremos ha incrementado la incertidumbre y el riesgo en esta actividad económica.

El objetivo de esta investigación es encontrar evidencia sobre la relevancia de la producción agrícola en una región del norte de Perú, que abastece tanto al consumo local como al mercado interno y a la exportación de productos alimenticios clave.

Dentro de este marco, la intención es encontrar evidencia sobre la importancia de la producción agrícola en una región del norte del Perú, que abastece tanto al consumo local como al mercado interno y a la exportación de productos alimenticios clave.

Para este estudio se han tomado datos secundarios que han sido publicados por organismos oficiales, tal es el caso de la Organización de Naciones Unidas (ONU), quien precisa que el cambio climático es un problema mundial, al cual no encuentran solución. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron establecidos el año 2015 con la esperanza de cumplirlos al año 2030; en el objetivo número 13 se señala que deben adoptarse medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (ONU, 2015). Aunque todavía existen quienes niegan el origen antropogénico del cambio climático, una gran parte de los científicos sí está de acuerdo, por lo tanto, hay la urgencia de actuar y evitar una catástrofe mayor.

El cambio climático que ocasiona la variación de las temperaturas y los climas en el largo plazo, como resultado de la actividad humana en la agricultura y el uso de los derivados de los hidrocarburos como fuente energética, generando la acumulación de gran parte de los gases de efecto invernadero.

Dentro de este marco, la ONU realiza reuniones anuales para tratar tres temas específicos como son: el cambio climático, la biodiversidad y la desertificación; estas reuniones reciben el nombre de Conferencia de las Partes (COP). La primera COP referida al cambio climático se llevó a cabo en Alemania, en 1995; en el año 2014 se realizó en Perú la COP20 y en el año 2015 se realizó la COP21 en París, siendo esta reunión muy importante puesto que se elaboró el llamado Acuerdo de

París, el cual sienta las bases para establecer el Mercado de Carbono a nivel mundial, llegando a establecerse los mecanismos para su funcionamiento durante la COP29 de Azerbaiján en el año 2024.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ha presentado diversos Informes sobre los cambios ambientales que están ocurriendo, así como de la evaluación de los riesgos que afectarían a la humanidad de seguir acumulándose en la atmósfera los gases contaminantes. Es la propia actividad humana la que está generando los riesgos para su supervivencia. En la búsqueda del desarrollo económico y el bienestar social, se está afectando negativamente el medio ambiente (Sachs, 2015).

Una externalidad negativa es un efecto no deseado que genera un sujeto a otro sujeto quien no lo anticipaba. Un ejemplo de esto es el cambio climático, ocasionado principalmente por los países desarrollados durante periodos continuos de alto crecimiento. Esta externalidad presenta dos características principales: 1) el hecho de ser global, al originarse afecta a todo el planeta, nadie escapa a sus efectos negativos, y 2) ser intertemporal, al originarse los efectos negativos perdurarán durante varias décadas (Nordhaus, 2019).

Los efectos negativos del cambio climático no solo serán económicos, los diversos estudios prevén un deterioro en el bienestar de las futuras generaciones, que actualmente son difíciles de cuantificar, pero a pesar de ello la comunidad internacional se ha reunido durante 28 años consecutivos hasta el año 2023, en las denominadas Conferencia de las Partes y aún no hay el ansiado consenso para empezar a mitigar la emisión de los gases de efecto invernadero (Tirole, 2017).

Existen evidencias del aumento de las temperaturas, el deshielo de glaciares y los polos terrestres, la pérdida de algunos ecosistemas y la ocurrencia más frecuente de eventos meteorológicos extremos, como el fenómeno de El Niño.

Según Takahashi et al. (2014) a nivel mundial, hay interés por conocer la variación de la temperatura del mar en la zona central del océano Pacífico, existiendo un monitoreo permanente del índice ONI (Ocean Niño Index), lo que se conoce como Niño Global, mientras que a nivel local en el Perú a través de una Comisión ENFEN (Estudio Nacional del Fenómeno El Niño), ha establecido un indicador de la variación de la temperatura del mar en la zona norte del país llamado ICEN (Índice Costero El Niño).

Aunque también existe el fenómeno de La Niña, caracterizado por temperaturas bajas, el Fenómeno de El Niño se refiere a un aumento de las temperaturas. Este fenómeno recibe su nombre porque suele presentarse a finales de año, coincidiendo con las fiestas del Niño Jesús en diciembre. En Perú, sus efectos son particularmente notables en la costa norte, una región cuya actividad económica principal es la producción agrícola, la cual abastece tanto el mercado interno como el de exportación con productos como arroz, limón, caña de azúcar, maíz,

mango, papa, palta, uva, espárrago, entre otros.

El sector agrícola es un importante generador de empleo y motor de diversas actividades económicas. Las contribuciones de la agricultura a otros sectores son múltiples, como la producción de alimentos para el consumo interno y la exportación. Además, la agricultura genera una demanda significativa de productos e insumos de otros sectores, tales como maquinaria y equipos agrícolas, productos químicos y el desarrollo de infraestructuras (Cannock y Gonzáles, 1994).

También se considera que la actividad agrícola contribuye al deterioro del medio ambiente. La agricultura genera el gas metano, el óxido nitroso y dióxido de carbono; también requiere de abundante uso de agua dulce y utiliza productos químicos que terminan contaminando los ríos generando externalidades a la sociedad (PNUD, 2023).

El crecimiento horizontal de las ciudades, el reducido tamaño de las parcelas agrícolas, la poca productividad de los suelos, la falta de infraestructuras agrícolas, son factores que afectan el rendimiento en el sector agrícola; lo que lo hace más vulnerable a los efectos del cambio climático, aunque algún cultivo resulte beneficiado de este cambio del clima, se espera que afecte negativamente a la mayoría de cultivos.

Lara y Travieso (2022) en una revisión de diversos artículos que dan a conocer la incidencia del cambio climático en la agricultura a través de modelos econométricos, concluyendo que la mayoría efectivamente encontró un efecto negativo en la agricultura y la cual se traslada automáticamente a la inseguridad alimentaria. También señalan que la agricultura actúa de manera positiva como sumidero de los gases contaminantes, así como también de manera negativa, con la emisión de dichos gases.

Por otra parte, Chirinos (2021) desarrolló un modelo econométrico centrándose en la región norte del Perú, tomando como variable dependiente el PBI per cápita como variables regresoras, incluye la temperatura y las precipitaciones. La data que utilizó es de largo plazo, evaluó el período 1960 – 2019; logrando conclusiones que verifican la reducción del ingreso por habitante, asimismo, resalta la vulnerabilidad del país a los riesgos climáticos siendo necesarias implementar medidas de adaptación.

Asimismo, Penha et al. (2021) sostienen que en los países en desarrollo la actividad agrícola es muy vulnerable a los riesgos que se originan con el cambio climático, así como también tienen mayores dificultades para la adaptación; consideran que las elevadas temperaturas afectan el balance hídrico provocando períodos de sequía más constantes.

Por su parte, De Oliveira et al. (2020) resaltan que la investigación y publicación de resultados son importantes para lograr la sostenibilidad económica y la protección del medio ambiente, se debe incrementar la productividad y generar más alimentos a través de la agricultura sostenible. También debe valorarse la

economía de los recursos que nos proporciona el planeta y preservar el medio ambiente y la biodiversidad.

Del mismo modo, Bula (2020) considera a la agricultura como uno de los sectores claves para el desarrollo económico, por ejemplo, ser el sustento de otros sectores económicos, contribuye con la reducción de la desigualdad, es fuente del mercado interno a través del desarrollo del sector y aumenta el empleo e ingresos de la población rural, tradicionalmente el sector urbano en comparación tiene mayor poder adquisitivo; la agricultura también es fuente para generar divisas a través de la agroexportación. La demanda de alimentos y productos agrícolas en particular va a ir incrementándose por el crecimiento de la población, ello requiere que exista mayor productividad y eficiencia en el uso de sus recursos.

La agricultura desarrollada durante el período Inca representó una evolución de las prácticas agrícolas de culturas mucho más antiguas, como los Chavín, Mochica, Chimú, Nazca y Tiahuanaco. Entre los principales cultivos prehispánicos se encontraban la papa, el maíz, el olluco, la quinua, la quina, el tarwi, la oca, la coca y la calabaza, entre otros. Con la llegada de los europeos, se introdujeron nuevos cultivos como el arroz, el trigo, la avena, los garbanzos, las lentejas, el banano, el olivo, la uva, entre otros.

Según Gonzales (2016), en la década de 1950, la economía peruana se caracterizaba por ser primario-exportadora, con un fuerte enfoque en los sectores de minería y agricultura. Para la década de 1960, la participación de la agricultura en la economía disminuyó, mientras que la minería incrementó su contribución. Entre 1969 y 1979, la agroindustria mostró una tendencia hacia una mayor articulación con otros sectores productivos. Sin embargo, el sector primario agrícola, orientado a la producción alimentaria, se mantuvo dependiente de insumos importados.

Para el agricultor, la producción es el resultado de combinar ciertos insumos o recursos productivos a través de una tecnología determinada, la cual está influida, entre otros factores, por el tamaño de la parcela. En parcelas pequeñas, la producción suele depender principalmente de la mano de obra, complementada con recursos como agua, semillas, abonos y las condiciones climáticas. Un recurso importante es el agua y se debe gestionar de manera eficiente, de no hacerlo se afecta a los cultivos, así como a las poblaciones aledañas (Bustamante y Paragua, 2022).

A diferencia de los cultivos permanentes, como la palta, limón o el mango, en el caso de los cultivos transitorios, el agricultor enfrenta la incertidumbre de decidir qué producir cada año. Esta decisión depende de factores como la información climática, las lluvias, y las proyecciones de precios futuros de los productos agrícolas. Entre los cultivos transitorios más comunes se encuentran el arroz, el maíz amarillo y el frijol.

Si el agricultor anticipa que el año será favorable, puede decidir solicitar un crédito para invertir en un mayor

uso de fertilizantes que mejoren la calidad de la tierra y las plantas, contratar asistencia técnica, adquirir maquinaria agrícola, entre otros recursos. Sin embargo, esta decisión implica un alto riesgo debido a la calidad de la información disponible, o la falta de ella, así como a la posible ocurrencia de eventos climáticos cuya intensidad puede variar, beneficiando o perjudicando a los agricultores.

La teoría económica tradicional asume que la información perfecta es necesaria para que las decisiones de productores y consumidores alcancen el óptimo social. Sin embargo, la teoría económica moderna ha identificado diversas fallas en el funcionamiento de los mercados, como la información asimétrica y las externalidades, las cuales afectan tanto las decisiones de productores y consumidores como la posibilidad de alcanzar el óptimo social.

Entre las externalidades negativas que afecta a los agricultores Cannock y Gonzales (1994) señalan la tala indiscriminada de árboles para los cultivos temporales, puesto que erosiona los suelos, así como el uso de pesticidas, debido que contaminan el agua.

Por su parte, Amat et al. (2008) resalta que la agricultura es importante para los habitantes de los Andes al proporcionar ocupación, abastecimiento de alimentos y en cierta medida ingresos, asimismo, se interrelaciona con otros sectores productivos como el comercio, transporte y el sector financiero.

En la costa, donde la geografía es más uniforme, se facilita la concentración de tierras y se favorece una mayor productividad agrícola. Además, los mercados de productos agrícolas en esta región están más desarrollados. La globalización y la apertura de mercados internacionales también benefician a los agricultores de la costa, ya que cuentan con información sobre los productos agrícolas más demandados en el extranjero, lo que les permite acceder a mejores precios.

La agricultura de subsistencia o familiar seguirá existiendo en la sierra debido a las características de su geografía montañosa, que dificultan tanto la concentración de tierras, como la implementación de tecnología moderna. En esta región, se cultivan productos exclusivos como la quinua y la papa, los cuales suelen presentar bajos rendimientos o productividad por hectárea.

Según los Informes Regionales publicados por el Banco Central de Reserva del Perú, el departamento de La Libertad, representado en la Figura 1, abarca una superficie de 25,500 km<sup>2</sup>. De acuerdo con el censo de 2017, su población ascendía a 1,778,080 habitantes, de los cuales el 78.9% residía en áreas urbanas. Este departamento incluye las tres regiones naturales del país: costa, sierra y selva, prevaleciendo la zona andina, que abarca aproximadamente el 80% de la superficie (BCRP, sf.).

Al analizar el PBI departamental de La Libertad en 2017 en La Libertad, se observa que el sector manufactura representó el 15.6 %, el sector agropecuario

el 14.1 % y el comercio el 11.1%. Sin embargo, el rubro "Otros" tuvo la mayor participación, alcanzando el 21.6 % (BCRP, sf.).

**Figura 1**  
Departamento de La Libertad



Nota. La figura presenta el departamento de La Libertad. Fuente: Imagen tomada de <https://www.viajaraperu.com/departamento-de-la-libertad/>

Los valles de la costa de La Libertad son irrigados por los ríos Jequetepeque, Chicama, Moche, Virú y Chao, mientras que en la zona de la selva destaca el río Marañón. En el departamento se construyó la represa Gallito Ciego sobre el río Jequetepeque. Además, se encuentra en operación el Proyecto de Irrigación Chavimochic, que abarca áreas de los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama, y ha impulsado la producción de cultivos agrícolas de exportación como espárragos, paltas y arándanos. Entre los cultivos tradicionales de la región destacan la caña de azúcar, arroz y maíz amarillo duro.

La producción agrícola de esta región está orientada tanto al abastecimiento de alimentos para su población, como para el resto del país. En los últimos años, se ha incrementado significativamente la exportación de productos agrícolas, aprovechando las oportunidades que ofrece el comercio mundial.

El departamento de La Libertad presenta una notable variabilidad climática, que abarca desde el nivel del mar hasta los 4,200 m.s.n.m, con climas diversos que varían a medida que se asciende en altitud. Su costa es influenciada por las aguas frías de la Corriente Peruana, que fluye de sur a norte, y es ocasionalmente afectada por el Fenómeno El Niño.

La Tabla 1 muestra los principales cultivos de La

## Importancia de la agricultura frente al cambio climático: departamento de la Libertad – Perú

Libertad en el período 2007 - 2022, la caña de azúcar es el principal cultivo para el mercado interno, la superficie sembrada aproximadamente es de 38,825 hectáreas. El

Proyecto de irrigación Chavimochic favoreció el cultivo de productos agrícolas para la exportación como son los arándanos, el espárrago y la palta. (Midagri 2021).

**Tabla 1**  
*Producción agrícola La Libertad (toneladas métricas-anual)*

Periodo	Arroz	Caña de azúcar	Maíz amarillo	Papa	Espárrago	Palta	Arándano	temp. Máx.
2007	281323	3770452	209148	291282	137848	22624	0	23.7
2008	303821	4117043	249225	258277	157291	25559	0	24.6
2009	338602	4807464	211973	278474	166861	28284	0	23.6
2010	303531	4911756	252367	336508	168303	40373	0	24.3
2011	322521	4977202	260480	377486	205448	52409	0	22.5
2012	332973	5221681	311769	288816	214185	54956	0	23.4
2013	365400	5398600	291000	279884	190100	74700	0	22.4
2014	360500	5811900	195800	333547	192000	71400	0	23.2
2015	344500	5529700	233000	369100	177500	112800	0	23.5
2016	330500	5047600	152800	343600	157700	127500	0	25.4
2017	206900	4472900	138100	350400	161100	197000	39100	27.4
2018	384300	4795600	100800	312600	135000	198200	64100	22.6
2019	328700	5514200	123300	222500	137600	202100	104000	25.1
2020	383600	5350900	100900	455000	141900	191700	105200	23.3
2021	296500	4705500	114800	286900	144700	226800	118400	29.6
2022	308300	4780700	111400	342200	118900	263300	159000	30

*Nota.* La tabla presenta la producción agrícola La Libertad. Fuente: elaboración propia en base a los datos del BCRP.

En uno de sus informes, los científicos del Panel Intergubernamental confirman que la productividad agrícola ha crecido gracias a los avances tecnológicos y la apertura de los mercados. Sin embargo, señalan que este crecimiento se ha desacelerado en las últimas décadas debido a los efectos del cambio climático (IPCC, 2023).

Aunque el sector agropecuario, que incluye al sector agrícola, tiene participación relativamente baja en el Producto Interno Bruto total y ha mostrado una tendencia decreciente desde 1950, su importancia radica

en la cantidad de empleo que genera, a menudo estacional, y en su capacidad para proporcionar el sustento alimenticio a gran parte de la población, especialmente a través de la agricultura familiar.

La Tabla 2 presenta el Valor Agregado Bruto del sector Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura, tanto a nivel nacional como en el departamento de La Libertad. Estos datos fueron proporcionados por la Oficina de Estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2023).

**Tabla 2**  
*Valor Agregado Bruto del sector Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura del departamento de la Libertad (Valores a precios corrientes-miles de soles)*

Periodo	Valor Agregado Bruto - Perú	Valor Agregado Bruto - La Libertad	%
2010	25 869 919	2 759 351	10.7
2011	29 802 855	3 212 597	10.8
2012	31 912 588	3 120 983	9.8
2013	32 820 000	3 269 385	10
2014	36 284 000	3 558 203	9.8
2015	38 962 000	3 930 721	10.1
2016	41 592 000	4 374 858	10.5
2017	42 968 000	4 535 849	10.6
2018	44 683 000	4 711 041	10.5
2019	47 363 000	5 336 512	11.3
2020	49 048 000	5 495 849	11.2
2021	55 948 000	5 906 953	10.6
2022	61 426 000	6 343 582	10.3

*Nota.* La tabla presenta el Valor Agregado Bruto del sector Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura del departamento de la Libertad. Fuente: INEI (2023).

En las décadas de los setenta y ochenta, el gobierno militar implementó la Reforma Agraria, modificando la propiedad de las tierras y promoviendo la creación de cooperativas agrarias y sociedades agrícolas. Sin embargo, este cambio no se tradujo en una mayor participación del sector en la producción total. Asimismo, con la implementación del modelo de libre mercado a

partir de los noventa se inició el proceso de concentración de tierras, pero a pesar de un incremento anual de la producción sectorial la participación en el total por el contrario va decayendo como muestra la Tabla 3, estos datos fueron procesados para su presentación por décadas en base a la publicación estadística anual del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

**Tabla 3**  
Evolución del Producto Interno Bruto – Perú, por sectores (Porcentajes)

Sector	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2017
Agropecuario	10.96	8.03	6.69	4.72	6.25	6.97	5.69	5.3
Pesca	0.11	0.45	0.88	0.25	0.6	0.77	0.49	0.37
Minería	10.31	14.3	12.66	18	13.19	13.24	13.27	13.91
Manufactura	13.76	17.38	18.34	17.68	16.19	15.66	15.5	12.43
Electricidad y agua	0.3	0.41	0.54	0.98	1.42	1.69	1.7	1.83
Construcción	3.73	3.51	3.41	3.62	3.8	4.58	6.27	5.79
Comercio	10.52	10.49	10.33	10.63	9.76	9.98	10.57	10.83
Servicios	50.31	45.43	47.15	44.12	48.79	47.11	46.51	49.54
PBI total	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota. La tabla presenta la Evolución del Producto Interno Bruto – Perú, por sectores. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del BCRP Data / Estadísticas / Series / Anuales.

### Metodología

El estudio fue de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, exploratorio, con diseño no experimental (Hernández, et al., 2014), dentro de este marco, se planteó un modelo econométrico que permitió procesar los datos con el apoyo del software E-Views.

Según Gujarati y Porter (2010) el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) es considerado uno de los modelos más eficaces en el análisis de regresión y presenta propiedades estadísticas atractivas y fue el que se aplicó en la presente investigación.

A la fecha se ha incrementado las investigaciones que relacionan el cambio climático con diversos sectores económicos y sociales y de manera particular en la agricultura, Lara y Travieso (2022) hacen un recuento de los artículos publicados que utilizan un modelo econométrico. En este estudio se utilizó el siguiente modelo econométrico:

$$VAB = B_0 + B_1 PRARR + B_2 PRCAN + B_3 PRMAI + B_4 PRPAL + B_5 TEMPMX + \epsilon$$

Siendo la variable dependiente:

- VAB: Valor Agregado Bruto anual de la producción de Agricultura, ganadería, silvicultura y caza del departamento de La Libertad, en miles de soles a precios corrientes.

Las variables independientes son:

- PRARR: Producción anual de arroz del departamento de La Libertad, en toneladas métricas.
- PRCAN: Producción anual de caña de azúcar del departamento de La Libertad, en toneladas métricas.
- PRMAI: Producción anual de maíz amarillo duro del departamento de La Libertad, en toneladas métricas.
- PRPAL: Producción anual de palta del departamento de La Libertad, en toneladas métricas.

- TEMPMX: Temperatura máxima día/año en el departamento de La Libertad, medido en grados centígrados.

Los datos son los términos de error (incidencia de variables no consideradas).

Los datos son considerados para el período 2007 – 2022 y fueron obtenidos de fuentes secundarias. Los datos del Valor Agregado Bruto de la Tabla 2 fueron proporcionados por la Oficina de Estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los datos de producción agrícola de los cultivos arroz, caña de azúcar, maíz amarillo y palta, se procesaron para su presentación anual en base a la información estadística mensual de los Informes Regionales del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y los datos de la temperatura máxima fueron obtenidos de la publicación estadística del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

**Figura 2**  
Resultados de la estimación del modelo econométrico

Dependent Variable: VAB  
Method: Least Squares  
Date: 10/17/24 Time: 13:59  
Sample: 1 16  
Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3675129.	1483968.	-2.476556	0.0327
PRARR	4.436785	1.964673	2.258281	0.0475
PRCAN	0.355383	0.144210	2.464340	0.0334
PRMAI	-1.068862	1.549489	-0.689816	0.5060
PRPAL	11.97593	1.651044	7.253549	0.0000
TEMPMX	131620.7	42565.32	3.092206	0.0114
R-squared	0.983794	Mean dependent var		3980357.
Adjusted R-squared	0.975692	S.D. dependent var		1310485.
S.E. of regression	204319.4	Akaike info criterion		27.57275
Sum squared resid	4.17E+11	Schwarz criterion		27.86247
Log likelihood	-214.5820	Hannan-Quinn criter.		27.58759
F-statistic	121.4144	Durbin-Watson stat		1.639229
Prob(F-statistic)	0.000000			

La variable temperatura máxima es la variable ambiental que representa la incidencia del cambio climático, es así que el modelo también evalúa la relación de cada variable de producción con la temperatura máxima, se espera que refleje una relación inversa que corrobore el efecto negativo sobre la producción. Los resultados del modelo estimado se observan en la Figura 2.

**Análisis de datos y discusión**

La variable “producción de arroz” muestra una relación positiva con el Valor Agregado Bruto de la Agricultura, y es estadísticamente significativa en el modelo, con un p-valor menor al 5% (0.0475). El coeficiente de 4.436785 indica que un incremento de una tonelada métrica en la producción de arroz incrementa el Valor Agregado Bruto de Agricultura del departamento de La Libertad en 4.436785 miles de soles a precios corrientes. Es importante destacar también que, según la Figura 2, existe una incidencia negativa de la variable temperatura máxima y la producción de arroz en el mismo período.

La variable “caña de azúcar” presenta una relación positiva con el Valor Agregado Bruto de la Agricultura y es estadísticamente significativa en el modelo, con un p-valor menor al 5% (0.0334). El coeficiente 0.355383 sugiere que un incremento de una tonelada métrica en la producción de caña de azúcar incrementa el Valor Agregado Bruto de Agricultura en el departamento de La Libertad en 355.383 soles a precios corrientes. Además, es importante señalar que, según la Figura 2, la variable “temperatura máxima” tiene una incidencia negativa sobre la producción de caña de azúcar durante el mismo período.

La variable “maíz amarillo” muestra una relación negativa con el Valor Agregado Bruto de la Agricultura. Sin embargo, no es estadísticamente significativa en el modelo, dado que su p-valor es superior al 5% (0.5060). Según los resultados presentados en la Figura 2, también se observa una incidencia negativa de la variable “temperatura máxima” sobre la producción de maíz amarillo durante el mismo período.

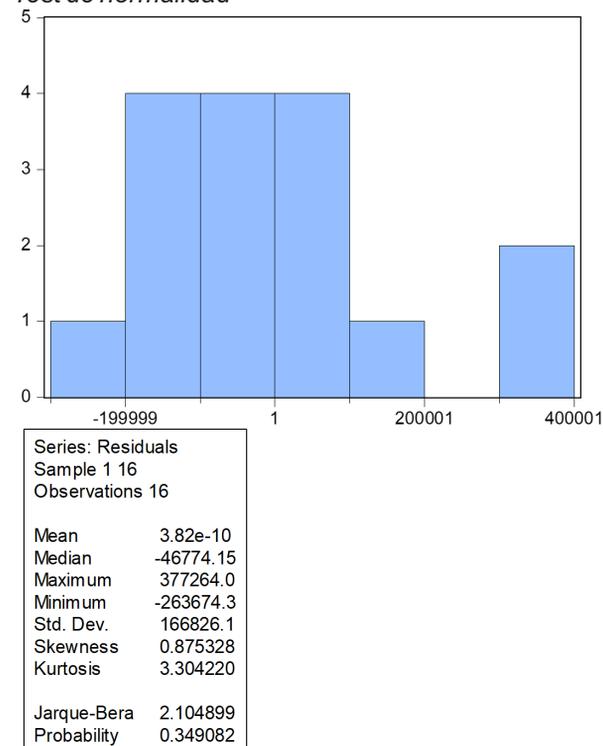
La variable “palta” muestra una relación positiva con el Valor Agregado Bruto de la Agricultura y es estadísticamente significativa en el modelo, con un p-valor menor al 5% (0.0000). El coeficiente 11.97573 sugiere que un incremento de una tonelada métrica de la producción de palta incrementa el Valor Agregado Bruto de Agricultura del departamento de La Libertad en 11.97573 miles de soles a precios corrientes. Además, es importante señalar que, según la Figura 2, la variable “temperatura máxima” tiene una incidencia positiva sobre la producción de palta durante el mismo período.

La variable “temperatura máxima” presenta una relación positiva con el Valor Agregado Bruto de la Agricultura en el departamento de La Libertad y es estadísticamente significativa en el modelo, con un p-valor menor al 5% (0.0114). El coeficiente de 131620.7 indica que un incremento de un grado centígrado en la

temperatura máxima aumenta el Valor Agregado Bruto de Agricultura del departamento de La Libertad en 131620.7 miles de soles a precios corrientes.

Se realizaron las pruebas que validan el modelo econométrico verificándose la normalidad de los residuos como muestra la Figura 3.

**Figura 3**  
Test de normalidad



Nota. La figura presenta el test de normalidad de los datos.

En la Figura 4 se presenta la prueba de no existencia de autocorrelación.

**Figura 4**  
Test de no autocorrelación

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.605343	Prob. F(1,9)	0.4565
Obs*R-squared	1.008344	Prob. Chi-Square(1)	0.3153

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/24 Time: 14:23  
 Sample: 1 16  
 Included observations: 16  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	484848.7	1637370.	0.296114	0.7739
PRARR	-0.521982	2.113915	-0.246927	0.8105
PRCAN	0.059417	0.165780	0.358411	0.7283
PRMAI	-0.962532	2.007498	-0.479469	0.6430
PRPAL	-0.562785	1.833348	-0.306971	0.7658
TEMPMX	-14596.08	47309.52	-0.308523	0.7647
RESID(-1)	0.366221	0.470698	0.778038	0.4565

R-squared	0.063021	Mean dependent var	3.82E-10
Adjusted R-squared	-0.561631	S.D. dependent var	166826.1
S.E. of regression	208474.6	Akaike info criterion	27.63266
Sum squared resid	3.91E+11	Schwarz criterion	27.97067
Log likelihood	-214.0613	Hannan-Quinn criter.	27.64997
F-statistic	0.100891	Durbin-Watson stat	1.740453
Prob(F-statistic)	0.994331		

La figura 5 muestra la prueba de no existencia de heterocedasticidad.

**Figura 5**  
*Test de no heterocedasticidad*

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.046633	Prob. F(5,10)	0.4425
Obs*R-squared	5.496603	Prob. Chi-Square(5)	0.3583
Scaled explained SS	2.473707	Prob. Chi-Square(5)	0.7804

Test Equation:  
Dependent Variable: RESID^2  
Method: Least Squares  
Date: 10/17/24 Time: 14:15  
Sample: 1 16  
Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.43E+11	2.95E+11	1.501460	0.1641
PRARR	17139.13	390307.4	0.043912	0.9658
PRCAN	-17755.72	28649.16	-0.619764	0.5493
PRMAI	-7894.332	307825.8	-0.025645	0.9800
PRPAL	304849.6	328000.9	0.929417	0.3746
TEMPMX	-1.50E+10	8.46E+09	-1.767950	0.1075

R-squared	0.343538	Mean dependent var	2.61E+10
Adjusted R-squared	0.015306	S.D. dependent var	4.09E+10
S.E. of regression	4.06E+10	Akaike info criterion	51.97148
Sum squared resid	1.65E+22	Schwarz criterion	52.26120

Asimismo, al evaluar los resultados de cada cultivo respecto a la variable ambiental temperatura máxima se obtuvo los resultados que muestran la Tabla 4. La temperatura máxima tiene un impacto negativo y significativo en la producción de arroz, con un p-valor de 0.0208.

La temperatura máxima afecta negativamente en la producción de caña de azúcar; sin embargo, este efecto no es estadísticamente significativo, como lo indica el p-valor de 0.2985.

La temperatura máxima tiene un impacto negativo y significativo en la producción de maíz amarillo, con un p-valor de 0.0346.

Sin embargo, se determinó que la temperatura máxima influye positivamente en la producción de palta, con un impacto significativo evidenciado por un p-valor de 0.0059.

**Tabla 4**  
*Relación de producción de cada cultivo con la temperatura máxima*

Variable dependiente	Variable independiente	Coefficiente	Error Standard	T - Estadístico	Probabilidad
PRARR	TEMPMX	-1048.79	4024.377	-2.60532	0.0208
PRCAN	TEMPMX	-63177.05	57887.35	-1.091379	0.2935
PRMAI	TEMPMX	-15963.47	6820.409	-2.340544	0.0346
PRPAL	TEMPMX	22800.98	7039.555	3.238981	0.0059

Los resultados obtenidos confirman el cumplimiento de los objetivos de la investigación, evidenciando la incidencia negativa del cambio climático en la producción de tres de los cuatro cultivos analizados: arroz, caña de azúcar y maíz amarillo. Este impacto adverso, atribuido al incremento de la temperatura, limitó

el potencial aporte de estos cultivos al Valor Agregado Bruto del departamento de La Libertad. Estos hallazgos corroboran lo que señalan Contreras et al. (2017) para el Fenómeno el Niño, al afirmar que representa un shock de efectos negativos sobre la oferta productiva que dependen del clima.

Es urgente continuar analizando e investigando el impacto del cambio climático, no solo en su relación con el sector agrícola, sino también en su conexión con diversos sectores económicos y sociales. En este contexto, resulta fundamental el aporte de las instituciones universitarias, tal como lo destaca Lizcano (2021).

**Conclusiones**

A partir de los hallazgos de este estudio, se concluye que el cambio climático sigue siendo un problema de alcance global. Tal como lo expresó el Premio Nobel de Economía 2018, William Nordhaus (Nordhaus, 2019), aunque algunos sectores económicos o países puedan beneficiarse de ciertos efectos, persiste una creciente preocupación por los efectos que ya se están manifestando. Esta preocupación se intensifica frente a las proyecciones científicas que anticipan graves consecuencias en el futuro, especialmente en los países en desarrollo.

Una segunda conclusión derivada de esta investigación es que el Fenómeno El Niño, aunque ocurre anualmente y en ocasiones con alto impacto en la región sur de Ecuador y el norte de Perú, se verá intensificado debido al cambio climático (Isla (2020)). Este incremento en la frecuencia y gravedad de los episodios de alta afectación reducirá los intervalos entre eventos severos. La preocupación global por esta situación se evidencia en el constante monitoreo de las temperaturas del océano Pacífico central (Niño Global) y de la costa peruana (Niño Costero). Estas acciones son fundamentales ante la posibilidad de que fracasen los acuerdos de mitigación, lo que obliga a los países a implementar medidas preventivas y de adaptación para enfrentar los efectos climáticos.

Los resultados obtenidos demuestran que, en el departamento de La Libertad, durante el período 2007-2022, la producción de palta se vio favorecida por las altas temperaturas. Sin embargo, los cultivos de arroz, caña de azúcar y maíz amarillo fueron significativamente afectados de manera negativa debido a la ocurrencia de eventos climáticos extremos y temperaturas elevadas. Estos hallazgos se alinean con investigaciones realizadas en Brasil, específicamente en los casos de Río Grande do Norte y Nova Friburgo, en el estado de Río de Janeiro (Penha et al., 2024; Oliveira et al., 2022).

Finalmente, a partir de lo expuesto, el problema del cambio climático y sus efectos sobre el sector agrícola deben abordarse con la participación activa y consciente de cada productor, así como de las instituciones públicas. Solo así será posible avanzar hacia la adaptación de la producción agrícola a los nuevos escenarios derivados del cambio climático y promover el desarrollo sostenible que tanto se busca.

## Fuente de financiamiento

Autofinanciada.

## Contribución de los autores

R.N.M.R.: lideró el diseño y ejecución de la investigación, incluyendo la selección de los cantones de estudio, la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, la supervisión del trabajo de campo y el análisis de los resultados.

## Conflicto de Interés

Sin conflicto de interés.

## Referencias Bibliográficas

- Amat, C., Seminario, B., Cigarán, M. P., Bambarén, S., Macera, L., Cigarán, M. T., y Vásquez, D.: Comunidad Andina, (2008). *El Cambio Climático no tiene fronteras. Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina*. Lima, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4600>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s f). *Estadísticas: Información Regional*. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/informacion-regional.html>
- Bula, A. (2020). *Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico*. Informe. Observatorio económico Social UNR. <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>
- Bustamante, N., y Paragua, M. (2022). Impactos de la contaminación de microcuencas en Huánuco sobre la calidad de vida de los pobladores. *Investigación Valdiviana*, 16(1). <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/issue/view/100>
- Cannock, G. y Gonzales, A. (1994). *Economía Agraria*. Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2030/BU22.pdf>
- Chirinos, R. (2021). *Efectos económicos del cambio climático en el Perú*. BCRP. DT N° 2021-009. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2021/documento-de-trabajo-009-2021.pdf>
- Contreras, A., Martínez, F., Regalado, F. & Vásquez, K., (2017). *Impacto del Fenómeno de El Niño a la Economía Peruana*. Asociación Peruana de Economía. Documento de trabajo N° 97. <https://perueconomics.org/wp-content/uploads/2014/01/WP-97.pdf>
- De Oliveira, G., Duarte, E., Zawadzki, F., Bertolini, E., Paduan, F., Lajús, C., y Sauer, A. (2021). Agricultura e sustentabilidade: mudanças climáticas e modificações no desenvolvimento agropecuário. *Divers@!*, 14(1), 100–112. <https://doi.org/10.5380/diver.v14i1.80514>
- Gonzales, E. (2016). *Una economía incompleta. Perú 1950-2007. Análisis estructural*. PUCP. IEP.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. Mc Graw Hill, 5ta edición.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill 6ta edición.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012). *IV Censo Agropecuario*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023). *Perú. Compendio Estadístico 2023*.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- Isla, M. (2020). Adaptación al cambio climático: definición, sujetos y disputas. *Letras Verdes Revista Latinoamericana De Estudios Socioambientales*, Núm. 28 Septiembre 9-30. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4333>
- Lara, N., y Travieso, A. (2022). Enfoques econométricos para estimar impactos económicos del cambio climático en la agricultura. *UVserva*, (13), 141–162. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi13.2835>
- Lizcano, C. (2021). Importancia de las propuestas I+D+i+e en el rescate de los valores ancestrales para gestionar los recursos hídricos. *Investigación Valdiviana*, 15(3). <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/issue/view/88>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021) Atlas de la superficie agrícola del Perú. Publicación de la Dirección General de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas. MIDAGRI. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4895>
- Organización de Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/93/pdf/n1529193.pdf>
- Nordhaus, W. (2019). *El casino del clima*. Planeta.
- Oliveira, S., Prado, R., & Monteiro, J. (2022). Impactos das mudanças climáticas na produção agrícola e medidas de adaptação sob a percepção de atores e produtores rurais de Nova Friburgo, RJ. *Interações (Campo Grande)*, 23(4), 1179–1201. <https://doi.org/10.20435/inter.v23i4.3548>
- Penha, T., Miyamoto, B., & Maia, A. (2024). Mudanças climáticas e o impacto na produção agropecuária no Rio Grande do Norte. *Revista De Estudos Sociais*, 23(47). <https://doi.org/10.19093/res13054>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2023). El Diccionario Climático. Una guía para el cambio climático. Nueva York. Recuperado de <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/el-diccionario-climatico-una-guia-practica-para-el-cambio-climatico>
- Sachs, J. (2015). *La era del desarrollo sostenible*. Deusto.
- Takahashi, K., Mosquera, K. y Reupo, J. (2014). El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. *Boletín Técnico*, 1(2), 8-9. Instituto Geofísico del Perú <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4639>
- Tirole, J. (2017). *La economía del bien común*. Taurus. <https://www.viajaraperu.com/departamento-de-la-libertad/>