

El fenómeno del niño 2017 y la agricultura: Efectos económicos y productivos del cambio climático.¹

Coraima Cubas Escriba²

Caleb Hurtado Marmolejo²

Kevin Olaya Trujillo²

Resumen: Este estudio examina los impactos económicos y productivos del fenómeno de El Niño de 2017 en la agricultura peruana, centrándose en sus efectos sobre los rendimientos de los cultivos y la seguridad alimentaria. Utilizando datos de regiones afectadas como Piura, la investigación analiza cómo los eventos climáticos extremos—caracterizados por lluvias intensas y sequías—provocaron pérdidas significativas en cultivos clave como el mango, el limón y el maíz. El estudio emplea análisis estadísticos para cuantificar la reducción en la productividad agrícola y las repercusiones económicas resultantes. Los hallazgos destacan la vulnerabilidad del sector agrícola de Perú a la variabilidad climática, subrayando la necesidad de estrategias adaptativas como sistemas de riego inteligente y variedades de cultivos resistentes al clima. Los resultados enfatizan la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles para mitigar los impactos climáticos futuros y asegurar la seguridad alimentaria en la región. Esta investigación contribuye a una comprensión más profunda de las implicaciones del cambio climático en la agricultura de países en desarrollo, ofreciendo ideas para que los responsables de políticas mejoren la resiliencia del sector.

Palabras Clave: Fenómeno de El Niño, Cambio climático, Productividad agrícola, Seguridad alimentaria, Perú, Riego inteligente, Resiliencia climática, Rendimiento de cultivos

Línea de investigación: 5300 – 6.a1(Medioambiente, Crecimiento Y Desarrollo Económico)

Abstract: This study examines the economic and productive impacts of the 2017 El Niño phenomenon on Peruvian agriculture, focusing on its effects on crop yields and food security. Utilizing data from affected regions such as Piura, the research analyzes how extreme weather events—characterized by intense rainfall and droughts—led to significant losses in key crops like

¹ Trabajo de investigación para la asignatura *Economía Peruana*. Revisado por Ricardo Manuel Padilla Casaverde, profesor responsable de la asignatura.

² Estudiante de la Universidad de Lima



mango, lemon, and maize. The study employs statistical analysis to quantify the reductions in agricultural productivity and the resulting economic repercussions. Findings highlight the vulnerability of Peru's agricultural sector to climate variability, emphasizing the need for adaptive strategies such as smart irrigation systems and climate-resistant crop varieties. The results underscore the importance of implementing sustainable agricultural practices to mitigate future climate-related impacts and ensure food security in the region. This research contributes to a deeper understanding of climate change's implications for agriculture in developing countries, offering insights for policymakers to enhance resilience in the sector.

Keywords: El Niño phenomenon, Climate change, Agricultural productivity, Food security, Peru, Smart irrigation, Climate resilience, Crop yields.

1. Introducción

La agricultura es una de las actividades económicas más antiguas de la historia, y aunque en un primer momento fue netamente por subsistencia, luego se desarrolló como método para generar ingresos a razón de intercambios por otro producto, trueque, o por dinero. Así mismo, dicha actividad tiene un papel relevante en la economía de países cuya economía se encuentra ligada a la exportación de productos agrícolas, tal como es el caso del Perú. Según palabras de Pedro Grados Smith en una entrevista para RPP, señaló que, según información del BCRP, en el 2022 las agroexportaciones alcanzaron el 13 % de la producción nacional y fueron el segundo sector en importancia en exportación.

Por otro lado, la agricultura también es importante para la estabilidad interior del país, ya sea por la generación de empleo o el abastecimiento de la demanda alimentaria interna, y esta última es la que se encuentra ligada a la seguridad alimentaria. El Banco Mundial define a la seguridad alimentaria bajo cuatro conceptos, los cuales se resumen en: disponibilidad física de los alimentos, acceso económico y físico de los alimentos, utilización de alimentos y estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores. Y en base a la última variable se puede obtener una noción más específica de la importancia de la agricultura en el bienestar social y alimenticio del país, ya que no solo se debe garantizar el presente, sino también el abastecimiento periódico, el cual se puede ver afectado por fenómenos climáticos adversos, inestabilidad política o diversos factores económicos.

Y es que una vez la agricultura se comenzó a ejecutar como una actividad económica, también se tuvo que enfrentar una serie de desafíos para poder cumplir con los objetivos planteados por los



agricultores y la demanda de los consumidores. Tales situaciones podrían variar entre sucesos relacionados directa e indirectamente a la agricultura, los cuales influyen en el nivel de productividad hasta el abastecimiento del mercado.

Uno de los factores que ha tenido mayor presencia en la agricultura de los últimos años es el clima, pero en particular, la tendencia de un clima mucho más agresivo e inestable para la agricultura. Este caso se refleja en la realidad del Perú, el cual en los últimos años enfrentó cambios en el clima como consecuencia de un efecto universal del cambio climático, así como fenómenos naturales que afectaron la seguridad alimentaria del país por el nivel de afectación que tuvo de maneras diversas según la región que se quiera evaluar. Dichos se han dado de manera periódica a lo largo de la historia del Perú, sin embargo, uno de los años con cifras más significativas es el 2017. Según la revista Agraria.pe, solo en Piura se perdió la floración del 90% de plantaciones de mango y limón, así como una afectación menor de las plantaciones de uva, plátano y arándanos, este último es uno de los productos agrícolas más exportados de los últimos años. Mientras que en el sur hubo un efecto adverso por sequías, un ejemplo de ello fue Arequipa, que vio una reducción del 75% en la capacidad de sus reservorios de almacenamiento de agua. En datos monetarios, solo en los primeros meses, la Cámara de Comercio de Lima advirtió pérdidas por encima de los 37 millones de soles en el norte del país.

En base a todo lo anterior, en el presente informe se procederá a analizar el nivel de afectación inmediata de los fenómenos del cambio climático en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria del Perú.

2. Revisión de la literatura

2.1. Efectos de las temperaturas, cambios en la precipitación y eventos climáticos externos sobre la agricultura en el Perú

El aumento de las temperaturas en Perú está afectando negativamente a cultivos sensibles al calor como la papa y el maíz, especialmente en las regiones andinas. Lobell et al. (2008) y Evangelista et al. (2013) documentan cómo estos cambios afectan la productividad agrícola en zonas que dependen de climas más frescos. El incremento de la temperatura puede provocar una reducción en los rendimientos debido al estrés térmico, afectando la fisiología de las plantas y el ciclo de cultivo. Por otro lado, la variabilidad en los patrones de precipitación, caracterizada por sequías prolongadas y lluvias intensas, impacta negativamente en la disponibilidad de agua para riego. MINAM (2016) resalta que la región costera, que depende de los ríos que nacen en los Andes, es especialmente vulnerable a estos cambios. Balting et al. (2021) indican que regiones tropicales y



subtropicales, como la Amazonía peruana, enfrentan sequías persistentes, lo que agrava los problemas de disponibilidad de agua.

Los eventos climáticos externos son una problemática que afecta de manera negativa a la agricultura peruana y en los últimos años ha sido responsable de la contracción de la caída de los cultivos. Uno de los más conocidos es el fenómeno del niño, este fenómeno meteorológico provoca lluvias intensas e inundaciones en la costa norte de Perú, y sequías en el sur, causando daños significativos a la agricultura. Takahashi (2004) documenta las pérdidas económicas recurrentes asociadas a El Niño, que afectan tanto la producción de cultivos como la infraestructura agrícola, exacerbando la vulnerabilidad del sector. Además, el derretimiento acelerado de glaciares en los Andes peruanos, documentado por Vuille et al. (2008), reduce la disponibilidad de agua para riego durante la estación seca. Este fenómeno es crucial para la agricultura en las regiones andinas, donde los glaciares actúan como reservorios de agua que abastecen los sistemas de riego.

Perú, con su diversidad geográfica, enfrenta desafíos únicos debido al cambio climático. Las zonas agrícolas del país, que se extienden desde la costa hasta las regiones andinas y amazónicas, experimentan diferentes tipos de impacto climático. Según Oxford Academic, en las zonas costeras, en estas regiones, el cambio climático ha resultado en una mayor frecuencia de eventos El Niño, lo que ha causado inundaciones y sequías extremas, afectando gravemente los cultivos como el arroz y el maíz. En las zonas andinas, las áreas de montaña han visto una reducción en la disponibilidad de agua debido a la disminución de los glaciares, lo que afecta el riego de cultivos de alto valor como la papa y la quinua. Por último, la Amazonia, esta región se enfrenta a una deforestación acelerada, exacerbada por el cambio climático, lo cual amenaza la biodiversidad y los medios de vida agrícolas locales.

2.2. Impactos sobre la productividad agrícola

Diversos estudios han documentado efectos negativos del cambio climático en la productividad agrícola. Birthal et al. (2021) encontraron que el calor afecta significativamente los rendimientos de los cultivos en la India, un patrón que podría extrapolarse a regiones con climas comparables en Perú. La pérdida de productividad agrícola debido a temperaturas elevadas y sequías afecta especialmente a cultivos como la papa y el maíz, fundamentales para la dieta y economía peruana. Como también existen impactos diferenciados, según una investigación de Yin et al. (2016) en China muestran que el impacto de la temperatura puede variar regionalmente. En Perú, áreas como la costa norte podrían experimentar un aumento de la productividad debido a temperaturas más cálidas, mientras que las regiones andinas y amazónicas podrían ver reducciones



significativas (Gao, 2018). Estos efectos diferenciados subrayan la necesidad de estrategias de adaptación regionalizadas.

Según una publicación de Oxford Academic, los cultivos responden de manera variada al cambio climático. En el caso de Perú, la papa y quinua, los cuales son esenciales en la dieta peruana y en la economía rural, están particularmente en riesgo debido a las temperaturas más cálidas y la menor disponibilidad de agua en las regiones andinas. Estudios han demostrado que la papa, un cultivo altamente sensible, puede experimentar una disminución significativa en los rendimientos si las temperaturas continúan aumentando (Oxford Academic) y en el caso de los cereales, los cuales se producen en las zonas costeras, tienen la variabilidad en las precipitaciones y los eventos extremos relacionados con El Niño pueden reducir considerablemente la producción de arroz y maíz, cultivos que requieren cantidades constantes y grandes de agua

Nechifor y Winning (2019) sugieren que la innovación tecnológica, el desarrollo de infraestructuras agrícolas y los instrumentos de política garantizados son fundamentales para la adaptación al cambio climático. En Perú, es crucial adoptar tecnologías agrícolas avanzadas y desarrollar políticas que promuevan prácticas sostenibles y resilientes.

Desarrollar cultivos más resilientes al cambio climático es una estrategia clave. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) trabaja en el desarrollo de variedades de papa y maíz resistentes a condiciones climáticas adversas (INIA, 2019). Estos esfuerzos son esenciales para garantizar la sostenibilidad del sector agrícola frente a un clima cambiante.

2.3. Prácticas agrícolas sostenibles

Integrar árboles en sistemas agrícolas y practicar la rotación de cultivos ayuda a mejorar la salud del suelo y reducir la erosión, lo que beneficia la productividad agrícola. Murgueitio et al. (2011) y FAO (2015) subrayan la importancia de estas prácticas para mantener la fertilidad del suelo y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas. En Perú, se recomienda la implementación de sistemas de riego por goteo y la construcción de reservorios de agua son esenciales para optimizar el uso del agua en regiones áridas. MINAGRI (2018) destaca la importancia de estas técnicas para la sostenibilidad agrícola en la costa peruana, donde la escasez de agua es un problema recurrente.

Oxford academic, ha recomendado Implementar sistemas de riego más eficientes para optimizar el uso del agua disponible, especialmente en las regiones donde los recursos hídricos son limitados, desarrollo e implementación de variedades de cultivos más resistentes al calor y la sequía, lo cual puede ayudar a mantener la productividad en condiciones climáticas adversas y fomentar la agroforestería, que integra árboles y cultivos, puede mejorar la resiliencia de las fincas al proporcionar sombra, mejorar la calidad del suelo y conservar la biodiversidad.



3. Hechos estilizados

3.1. Importancia del Sector como generador de Empleo

Perú es un país en vías de desarrollo, por lo que todavía cuenta con una gran participación de la PEA en el sector agrícola. Según se puede observar en el Gráfico 1, la PEA se compone mayormente por las actividades de Agricultura, Manufactura y Comercios, pero el sector agrícola es con diferencia el que tiene la mayor participación en la economía. Por lo tanto, la economía peruana tiene un rol importante en el crecimiento de este sector. Las medidas o políticas que tome son muy importantes para promover el desarrollo sostenible que afecta positivamente a todo el país.

Gráfico N° 1
PERÚ: MATRIZ DE EMPLEO SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA (NIVEL 9), 2015-2022
(Número de empleos)

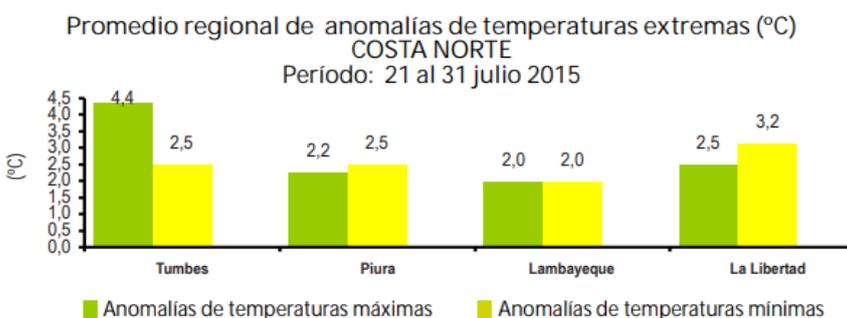
Actividad Económica	2015	2016	2017	2018	2019	2020P/	2021P/	2022E/
Total	16.502.017	16.624.880	16.904.089	17.367.118	17.662.975	15.223.886	17.485.302	18.294.978
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	4.164.463	4.010.004	4.044.289	4.171.383	4.244.410	4.102.989	4.782.448	4.752.937
Pesca y acuicultura	97.143	96.088	97.571	96.224	97.138	92.088	98.614	94.972
Extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos	206.866	209.990	216.437	219.786	221.865	187.411	201.954	215.255
Manufactura	1.846.629	1.856.767	1.857.248	1.879.355	1.896.023	1.670.313	1.763.239	1.831.117
Electricidad, gas y agua	56.626	59.205	59.609	61.008	62.246	62.687	64.926	65.932
Construcción	1.005.964	1.013.968	1.032.767	1.066.631	1.084.683	859.475	1.243.113	1.218.334
Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	2.885.323	2.935.696	3.022.873	3.147.206	3.161.855	2.605.117	3.106.578	3.371.842
Administración pública y defensa	771.943	818.920	811.637	775.047	783.388	800.421	843.424	837.539
Otros servicios ^{1/}	5.467.060	5.624.242	5.761.658	5.950.478	6.111.367	4.843.385	5.381.006	5.907.050

Nota: Datos corresponden al empleo equivalente
^{1/} Incluye Transporte, almacenamiento, correo y mensajería; Alojamiento y restaurantes; Telecomunicaciones y otros servicios de información; Servicios financieros, seguros y pensiones;
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

1Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Este sector también apoya mucho a las poblaciones rurales que están en situación de pobreza. Según el Banco Mundial (2016): “El aporte de la agricultura fue especialmente grande para la reducción de la pobreza extrema”.

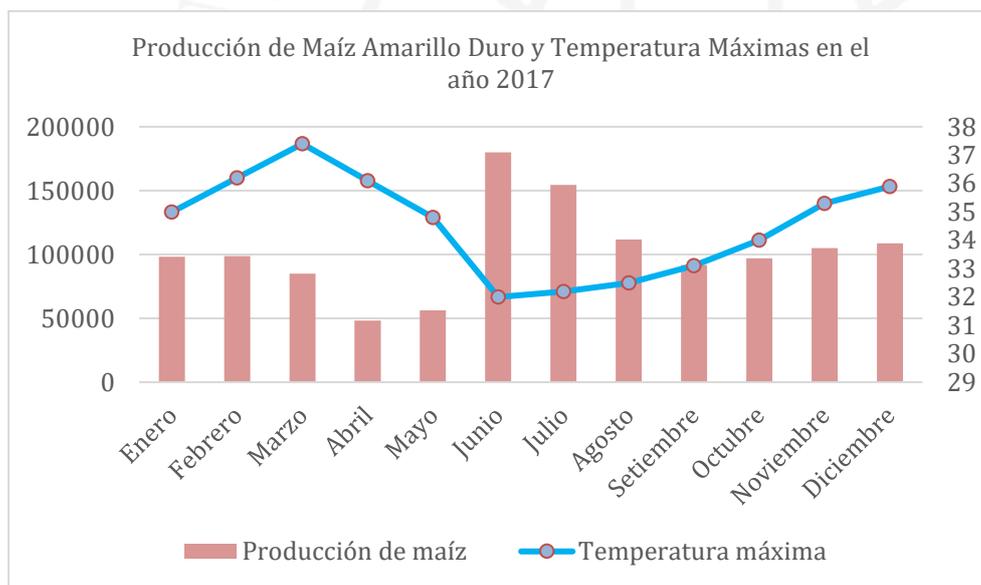
3.2. La presencia de anomalías en la temperatura del Perú y sus efectos.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI).



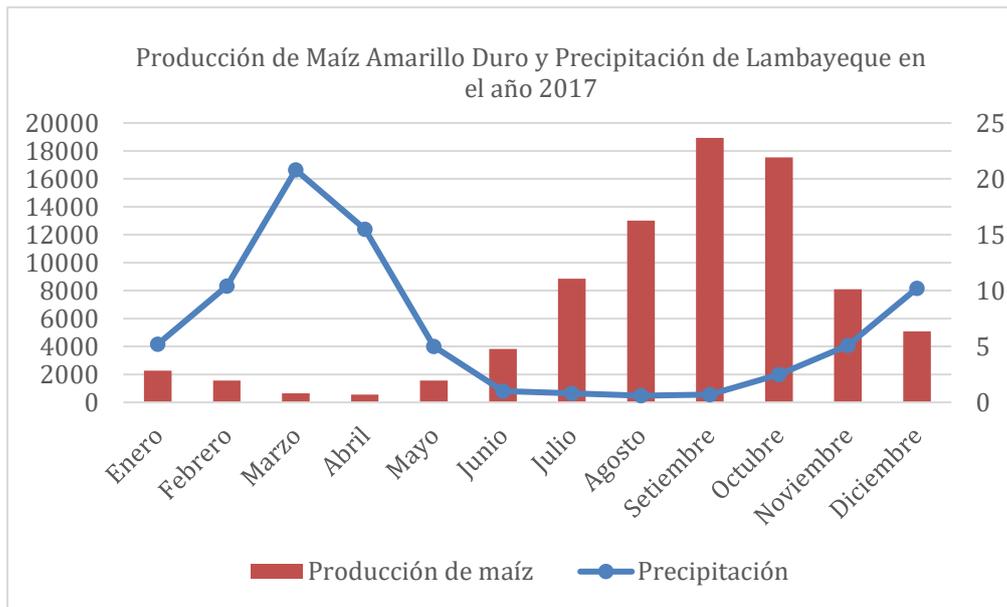
La temperatura es un factor crucial para la producción agrícola, ya que algunos cultivos requieren condiciones específicas de clima para desarrollarse adecuadamente. Esto complica el cálculo de una producción estable, dado que la temperatura no puede ser controlada directamente. Según SENAMHI (2020), Perú cuenta con 38 tipos de climas debido a la interacción de diversos factores climáticos y su ubicación geográfica. Esta variedad climática permite cultivar una amplia gama de productos en todo el territorio peruano.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI) & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

Según los datos obtenidos del gráfico, se puede observar que hay una clara relación inversa entre el aumento de anomalías en las temperaturas máximas y; por consiguiente, aumento de las temperaturas máximas con la producción agrícola. Esta relación se debe a que debido a que las altas temperaturas ocasionan un estrés en los cultivos que no les permite recibir o recaudar los nutrientes suficientes para dar una producción óptima (MINAGRI). Además, que las temperaturas altas en las noches pueden suponer un problema para los cultivos.

3.3. Impacto de Lluvias intensas en el Sector Agrícola



Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI) & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

Según los datos obtenidos del gráfico, se observa una clara relación inversa entre las precipitaciones intensas y la producción agrícola. Esto se debe a que las precipitaciones intensas pueden originar una pérdida importante de los nutrientes de los cultivos. Además de afectar la estructura y salud del suelo. A pesar de que las precipitaciones son esenciales para el crecimiento, su presencia con intensidad llega a ser contraproducente para la productividad de los cultivos.

En el año 2017, los efectos de las lluvias intensas casi se multiplicaron por cinco en comparación con el año anterior, remarcando su impacto significativo en el sector agrícola, pero también en la sociedad y economía peruana. Ya que este fenómeno, además de ser un desafío para la infraestructura y los cultivos agrícolas, genera dificultades en la gestión de desastres y en la necesidad de una recuperación adecuada y rápida.

EMERGENCIAS OCASIONADAS POR EVENTOS NATURALES Y ANTRÓPICOS, 2013-2022

Tipo de fenómeno	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	4.389	3.775	4.317	5.144	7.580	5.489	4.492	5.210	7.799	7.251
Fenómeno natural	3.241	2.792	3.361	3.971	6.535	4.114	3.727	4.035	6.179	5.318
Lluvia intensa	1.287	1.011	1.130	757	3.644	1.263	1.607	1.328	2.324	1.902
Bajas temperaturas	883	512	911	1.201	705	1.298	651	989	1.087	863
Vientos fuertes	557	490	481	705	515	534	400	969	1.321	1.269
Deslizamiento	127	185	227	64	321	226	253	189	428	386
Inundación	190	156	283	125	407	168	335	267	321	250
Sismo 1/	33	36	28	56	47	66	156	15	280	93
Derumbe de cerro	15	20	19	9	122	53	92	56	141	159
Huayco	47	51	96	83	570	55	200	73	110	76
Erosión	47	45	86	51	63	58	4	29	99	130
Epidemias	9	4	18	18	4	3	-	-	-	1
Tormenta eléctrica	12	13	20	25	55	25	18	23	55	27
Maretazo (marejada)	4	7	16	7	9	3	1	-	8	3
Plagas	18	219	5	14	4	3	-	-	3	2
Sequia	4	27	28	848	54	355	1	93	2	157
Alud	6	4	10	8	14	3	1	1	-	-
Actividad volcánica	2	12	3	-	1	1	8	3	-	-
Fenómeno inducidos por la acción humana	1.148	983	956	1.173	1.045	1.375	765	1.175	1.620	1.933
Incendio urbano e industrial	1.026	918	850	851	857	1.088	673	839	1.422	1.532
Incendio forestal	94	47	73	280	143	248	72	311	165	382
Otro 2/	21	11	13	18	25	19	6	10	6	5
Contaminación	3	3	4	5	10	10	12	7	19	-
Explosión	4	2	7	3	5	3	-	4	7	3
Derrame de sustancias peligrosas	-	2	9	16	5	7	2	4	1	11

1/ Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales.

2/ Incluye accidente acuático, aéreo y terrestre, atentado terrorista, desplome de pared y rotura de tubería matriz de agua.

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

4. Comparativa del Perú con otros países con fenómenos climatológicos y su afectación en la actividad agrícola

4.1. Norte y sur del Perú/India:

La similitud de los fenómenos de lluvia en el Perú y la India, así como en el cultivo de productos como el arroz, trigo y diferentes verduras, hace que se encuentren puntos en común con respecto a este riesgo para la actividad agrícola. Ambos países sufren de monzones irregulares que pueden llevar a sequías o inundaciones, afectando cultivos. Estos fenómenos se caracterizan por traer lluvias intensas o épocas de sequía a causa de los vientos temporales, afectando el clima de una región de manera drástica, lo cual puede exponer al riesgo de pérdida de los cultivos. Tal es el caso de la región de Arequipa, la cual se vio afectada por los cambios climáticos del Fenómeno del Niño, el cual incrementó el riesgo de sequía, y que según el ANA (Autoridad Nacional del Agua), se debe también a una disminución del caudal de los ríos Majes o el Chili, los cuales son fuentes hídricas importantes en este departamento. Ante ello, el gobierno regional de Arequipa



ha puesto a disposición una serie de medidas estratégicas a un costo aproximado de 72 millones de soles para contrarrestar este fenómeno. En este aspecto, dicha medida regional es similar a las aplicadas en el país asiático, con la diferencia de que en la India se ha tomado como un asunto de emergencia nacional. Esto se debe a la importancia de la producción agrícola de la India en el mundo, tal es el caso de los productos más exportados como el arroz. En un informe de Asia Pacífico, se reporta la acción conjunta de diferentes ministerios de la India, así como la participación de entidades económicas como el Banco Central y el Ministerio de Economía, los cuales aplican medidas con el fin de reducir los costos de producción en consecuencia del incremento del gasto en transporte de recursos hídricos para el riego de los cultivos.

4.2. Selva central y norte del Perú/Brasil:

Tanto en Brasil como en Perú, la variabilidad climática puede afectar la producción de cultivos importantes como la soja, el café y la caña de azúcar. Ambos cuentan con climas y regiones tropicales, así como condiciones climáticas que favorecen al desarrollo de fenómenos climáticos que ponen en riesgo la producción agrícola de cada país. Según define la investigadora Yamina Silva en el diario El Peruano:

En el Perú país la variabilidad climática se debe a una combinación de factores naturales, como su ubicación geográfica, la presencia de los Andes, la variabilidad de los océanos Pacífico y Atlántico, siendo El Niño/La Niña, el principal modo de variabilidad climática interanual, causando cambios en los patrones de precipitación que afecta los caudales de los ríos, generando inundaciones o sequías en diferentes partes de la costa, sierra y selva.

Este factor es importante a la hora de definir la planificación que deben realizar las instituciones y los agricultores de ambos países, con el fin de prevenir los efectos negativos que puedan poner en riesgo su producción, teniendo en cuenta que ambos son importantes agentes exportadores en Sudamérica. En ese sentido, según un informe de la Fundación Panamericana para el Desarrollo (PADF) en el 2023, Brasil viene trabajando en diferentes frentes con el fin de reducir los efectos de cambios climáticos, como la acción del gobierno a través de la Política Nacional de Cambio Climático (PNMC) (BRASIL, 2019), la cual busca reducir las emisiones de GEI entre un 36,1% y un 38,9% de las emisiones planificadas para 2020. Así también, el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra trabajando en políticas que ayuden a mitigar la deforestación y minería ilegal, las cuales incrementan los factores de riesgo contaminantes, y, en consecuencia, un clima más inestable.

4.3. Estados Unidos:

Uno de los fenómenos más frecuentes en EEUU son las tormentas de nieve en el noreste, y en ese sentido, un fenómeno similar en el Perú son las heladas en regiones como Cusco, Puno y



Arequipa. En ambos casos, el riesgo en la agricultura conlleva a la pérdida total o parcial de la producción por las bajas temperaturas. Según define la Universidad de Maryland, las heladas afectan a los cultivos al congelar el agua que las plantas almacenan en su interior, y, en consecuencia, estas pueden sufrir un daño parcial que impida su adecuado crecimiento, o en el peor de los casos, la muerte total de la planta. En el caso de nuestro país, las regiones más afectadas por las heladas son Arequipa, Puno y Cusco, aunque según reporta el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), y en referencia a la agricultura total del país, se prevé un riesgo del 80% de la superficie total agrícola. Ante ello, anteriormente el gobierno peruano predispuso de un plan para prevenir y contrarrestar los efectos de dicho fenómeno climático, sin embargo, este se vio afectado en la pandemia, razón por la cual este presupuesto disminuyó considerablemente para el año 2022.

4.4. China:

Tener una variedad de microclimas diferentes y un territorio extenso con diferentes regiones no solo implica un beneficio para un país con alta actividad agrícola, también representa un desafío para la adaptación al cambio climático y enfrentar diversos fenómenos que pueden poner en riesgo la productividad. En este aspecto, China y el Perú comparten la misma problemática, y es que ambos países se ven afectados por los efectos del cambio climático en la agricultura, aunque las respuestas de cada gobierno han sido diferentes. Por el lado de China, según el Ministerio de Agricultura y Asuntos Rurales, se predispone un plan que incluye una mayor capacitación de nuevas técnicas agrícolas, mayor variedad y reemplazo de productos con variedades más resistentes al cambio climático, tal como el caso de la colza de invierno, la cual permite aprovechar incluso los residuos finales como alimento de ganado, lo cual lo hace un producto con mayor rentabilidad. Mientras que en el Perú se viene trabajando desde inicios del 2000 en ejecutar cambios favorables a un desarrollo sostenible en la agricultura peruana, pero ha sido recién en el 2021 que se ha podido realizar avances importantes como la aprobación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú mediante la Resolución Ministerial n.º 096-2021-MINAM, el cual según se explica en el mismo, cuenta con 3 objetivos principales, los cuales son aprovechar de manera sostenible los recursos forestales con capacitaciones a los pueblos indígenas, afroperuano y campesinos; implementar buenas prácticas de manejo, mejoramiento y conservación en los sistemas productivos agropecuarios; el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos para el fortalecimiento de la pesca y actividad acuícola; e implementar medidas de gestión y conservación de ecosistemas forestales.

4.5. África subsahariana:

Las variaciones climáticas, como la sequía recurrente en el Cuerno de África, pueden tener un impacto devastador en la seguridad alimentaria y la producción agrícola. Así mismo, una



situación similar se identifica en el Perú. Según reporta el Fondo Monetario Internacional (FMI), África subsahariana es la región con la mayor inseguridad alimentaria del mundo, dicha situación se agrava después de la pandemia y los efectos del cambio climático. Por otro lado, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Perú es el país con la Inseguridad Alimentaria más alta de Sudamérica, lo cual se respalda con los 16.6 millones de ciudadanos que se encuentran en esta situación de vulnerabilidad, cifra que duplica los 8 millones reportados hasta antes de pandemia. Dicha situación se agrava con el incremento de los niveles de pobreza en nuestro país, la cual se reporta en un 25.9%, cifra aún lejana del 20.2% registrada en el 2019.

5. Medidas aplicadas en el extranjero y el Perú

5.1. Sistemas de riego inteligente (Países Bajos):

Utilizan sensores para monitorear la humedad del suelo y las condiciones climáticas locales, ajustando automáticamente el suministro de agua para optimizar el uso y evitar el estrés hídrico durante sequías o períodos de escasez de agua. Este importante avance tecnológico permite un manejo eficiente del agua, el cual es uno de los recursos más afectados por el cambio climático que atraviesa el mundo en general.

5.2. Invernaderos controlados (Perú):

Estos permiten crear un ambiente controlado para los cultivos, ajustando la temperatura, la humedad y la iluminación para proteger contra heladas, granizo o exceso de calor, manteniendo así las condiciones ideales para el crecimiento de las plantas. Tal es el caso de los cultivos de rosas en diferentes regiones del Perú. Este método permite un sistema de cultivo mucho más eficiente para asegurar los niveles de producción deseados, aunque también representan costos importantes para los agricultores al ser técnicas poco comunes en nuestra región.

5.3. Biocombustibles y energías renovables (Brasil y Alemania):

Utilización de energías renovables como la solar o la eólica para reducir la huella de carbono en la agricultura y disminuir la dependencia de combustibles fósiles, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Este es un aspecto fundamental en un país como el Perú, ya que parte importante de los costos de producción agrícola se encuentran en los gastos de transporte y energía, lo cual incita al país a trabajar en proyectos y políticas que ayuden a migrar al uso de energías más limpias.



5.4. Cultivos resistentes al clima (India y EEUU):

Desarrollo de variedades de cultivos genéticamente modificados que son más resistentes a las sequías, inundaciones, enfermedades u otros desafíos climáticos específicos. En este aspecto, países con importantes participaciones en el mercado agrícola internacional trabajan desde hace décadas en la producción de mejores cultivos mediante el uso de semillas modificadas genéticamente para una mejor adaptación y niveles de producción óptimos, buscando mitigar los efectos del cambio climático lo máximo posible.

5.5. Monitoreo y predicción meteorológica avanzada (EEUU, Australia y Japón):

Utilización de sistemas de monitoreo satelital y estaciones meteorológicas en tiempo real para prever y prepararse mejor para fenómenos climáticos extremos, permitiendo a los agricultores tomar decisiones informadas sobre el momento de siembra, cosecha o manejo de cultivos. En el caso de estos países, los cuales son potencias mundiales en tecnología y aplicación de mejoras, la implementación de nuevas tecnologías es fundamental para diversificar su actividad económica. Esto se refleja en la agricultura, la cual se ve apoyada de forma importante por un sistema de prevención de riesgos por fenómenos naturales, asegurando de ese modo la producción agrícola para abastecer tanto la demanda interna como externa.

5.6. Técnicas de conservación del suelo (Perú, Brasil, Francia):

Implementación de prácticas como la siembra directa, el cultivo de cobertura y las terrazas para reducir la erosión del suelo y aumentar la capacidad del suelo para retener agua durante períodos secos. En este aspecto, diferentes regiones del interior del país manejan este tipo de técnicas, las cuales han sido un ejemplo de eficiencia desde las culturas precolombinas. Un ejemplo de ello es la implementación del cultivo mediante andenes para un mejor aprovechamiento de los microclimas y las diferentes temperaturas en un mismo ambiente. Dicha técnica incaica se practica aún en muchas regiones del país, aunque con una serie de modificaciones con técnicas más actuales como el riego por goteo.

5.7. Sistemas de gestión agrícola basados en datos (Israel, Países Bajos y Brasil):

Uso de plataformas digitales y aplicaciones que recopilan datos sobre el clima, el suelo, el crecimiento de los cultivos y otros factores relevantes para proporcionar recomendaciones personalizadas sobre el manejo de cultivos y la gestión de recursos. Esto representa un avance importante en comunicación, la cual ha sido una de las principales falencias en el Perú. De este



modo se asegura la prevención oportuna y adaptabilidad de los agricultores peruanos ante los cambios repentinos o imprevistos fenómenos climáticos.

6. Resultados

Tabla 01: Tabla de estadística para la región Piura

Estimadores	Producción Maíz	Temperatura Máxima	Precipitación
Media	5081.75	34.54	15.24
Mediana	3173.50	34.90	10.30
Desviación Estándar	4483.96	1.77	15.29
Varianza	20105883.66	3.14	233.71
Rango	12498	37.40	50.60
Mínimo	0	32	1.20
Máximo	12498	37.40	50.60

Tabla 02: Tabla de estadística para la región Lambayeque

Estimadores	Producción Maíz	Temperatura Máxima	Precipitación
Media	6826.08	31.60	6.48
Mediana	4450.50	31.85	5.05
Desviación Estándar	6544.73	1.68	6.52
Varianza	42833455.17	2.81	42.50
Rango	18931	34.20	20.80
Mínimo	549	29.10	0.60
Máximo	18931	34.20	20.80



Tabla 03: Correlograma de las Variables principales con la producción del 2017.

	Producción	Temperatura	Precipitación
Producción	1.0000		
Temperatura	-0.6579	1.0000	
Precipitación	-0.6487	0.9141	1.0000

Tabla 04: Correlograma de las Variables principales con la Producción en periodo presente del Fenómeno del Niño - 2017.

	Producción	Temperatura	Precipitación
Producción	1.0000		
Temperatura	-0.9143	1.0000	
Precipitación	-0.7963	0.8651	1.0000

Estos resultados obtenidos en los correlogramas presentados demuestran que hay una mayor correlación negativa entre las variables estudiadas cuando hay un enfoque en los meses en los que se presencia el Fenómeno del Niño (Tabla 04), en comparación a los datos obtenidos en todos los meses del año 2017 (Tabla 03).

Figura 1: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Temperatura máxima de Piura en todo el año 2017.

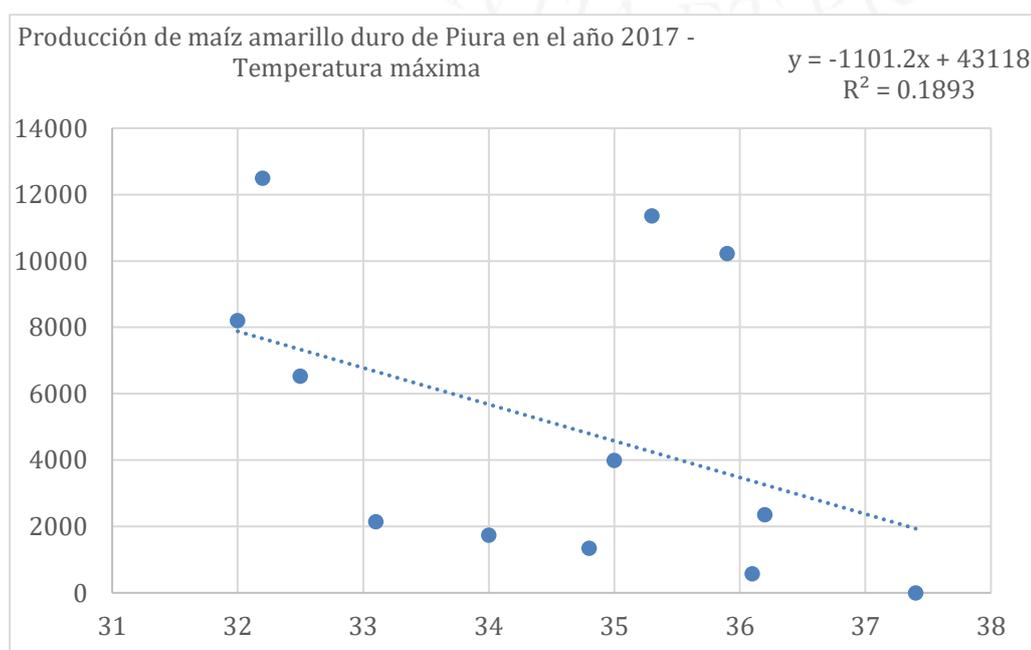


Figura 2: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Temperatura máxima de Piura en el periodo presente del Fenómeno del Niño.

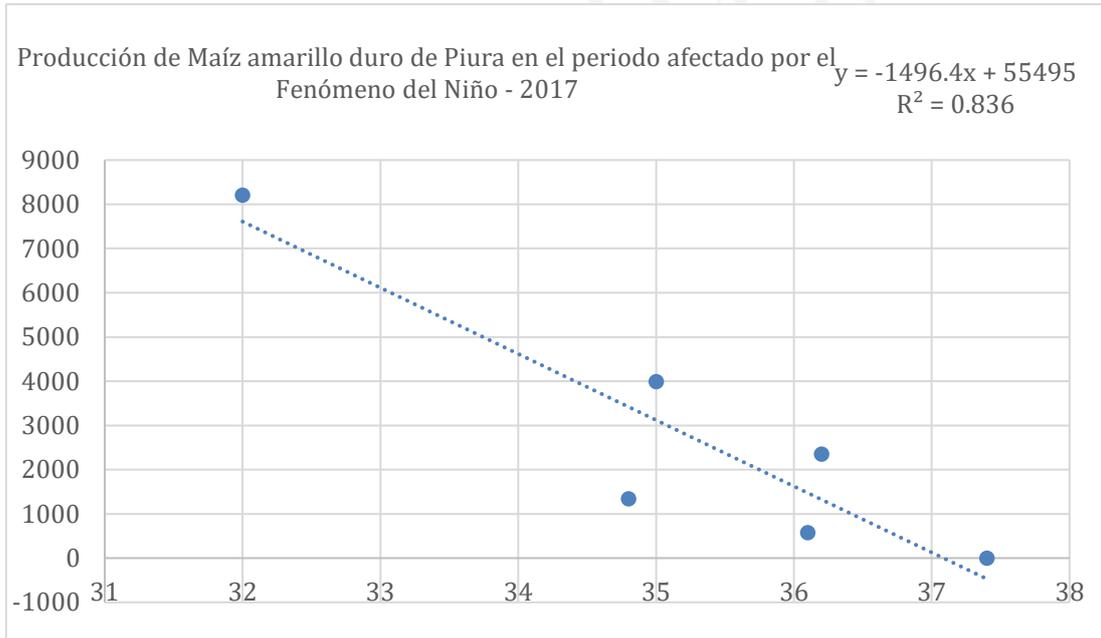


Figura 3: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Precipitación de Piura en todo el año 2017.

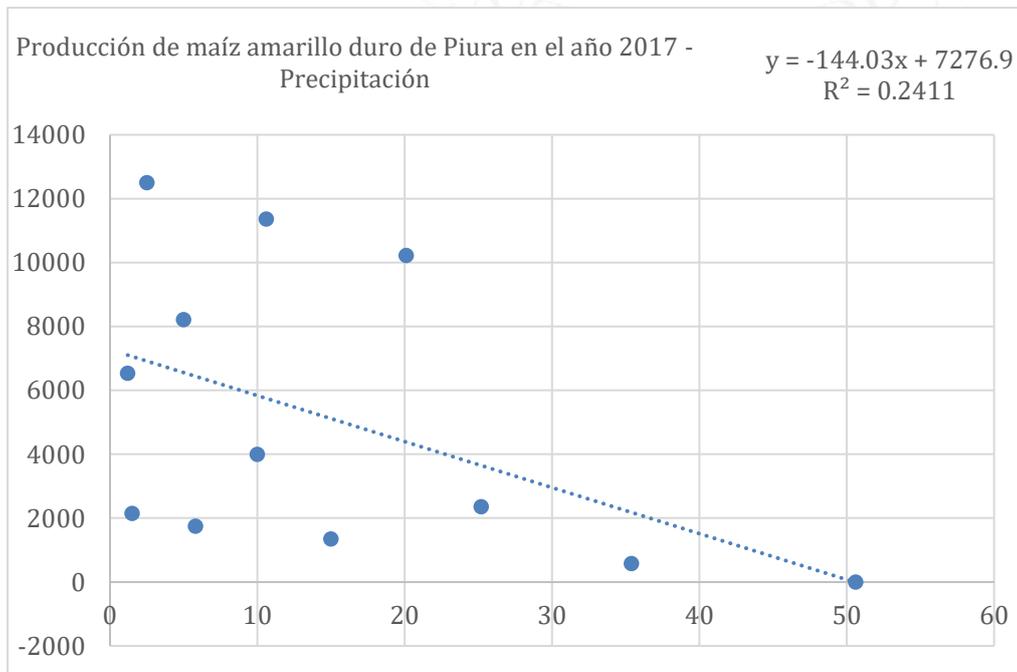


Figura 4: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Precipitación de Piura en el periodo presente del Fenómeno del Niño.

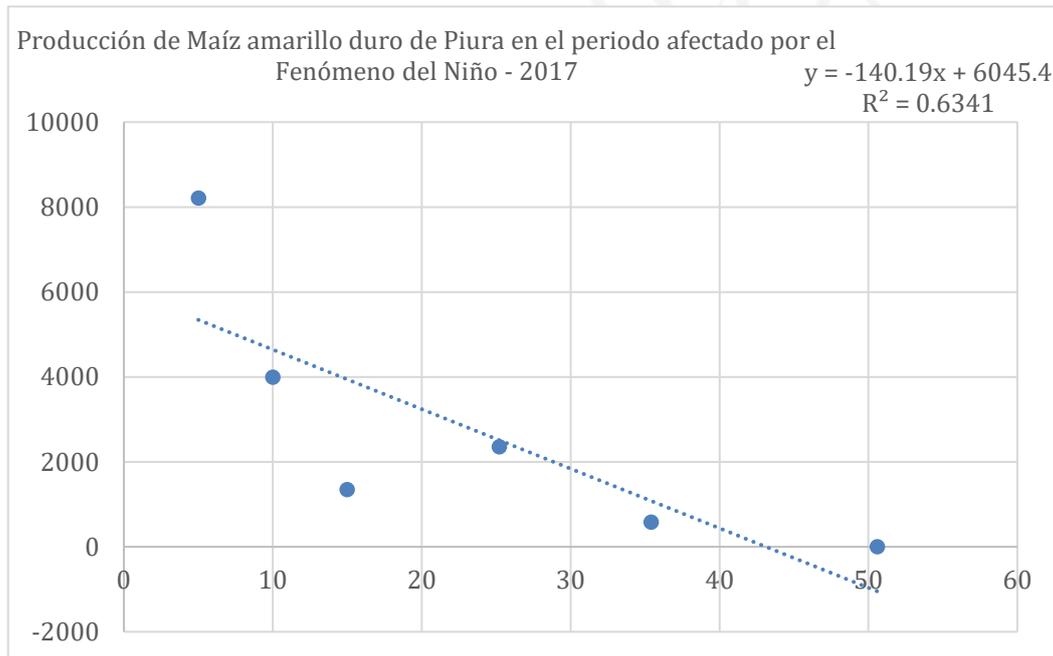


Figura 5: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Temperatura máxima de Lambayeque en todo el año 2017.

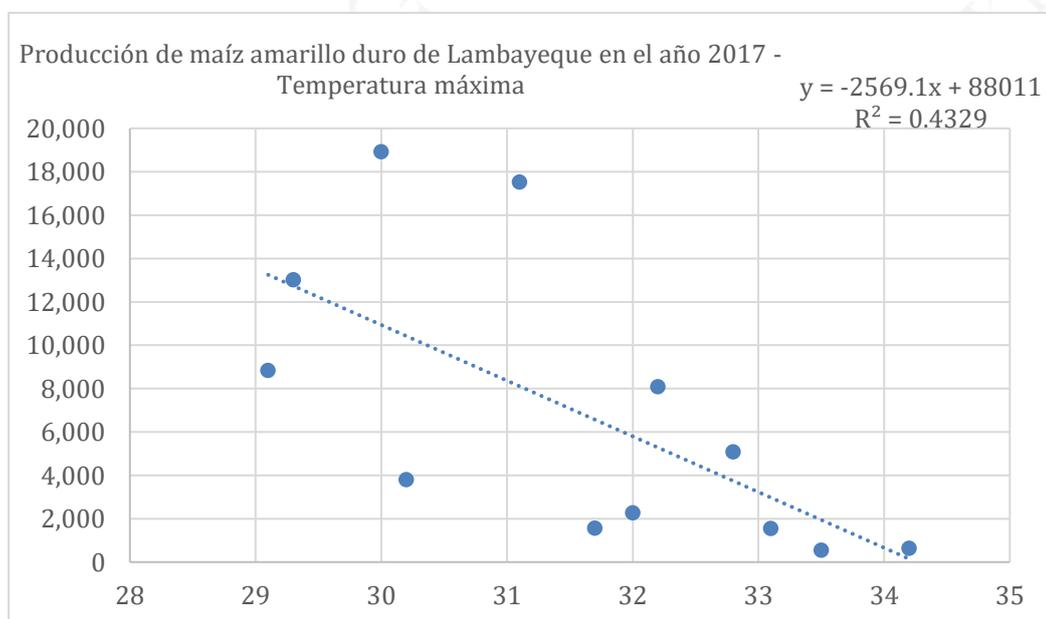


Figura 6: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Temperatura máxima de Lambayeque en el periodo presente del Fenómeno del Niño.

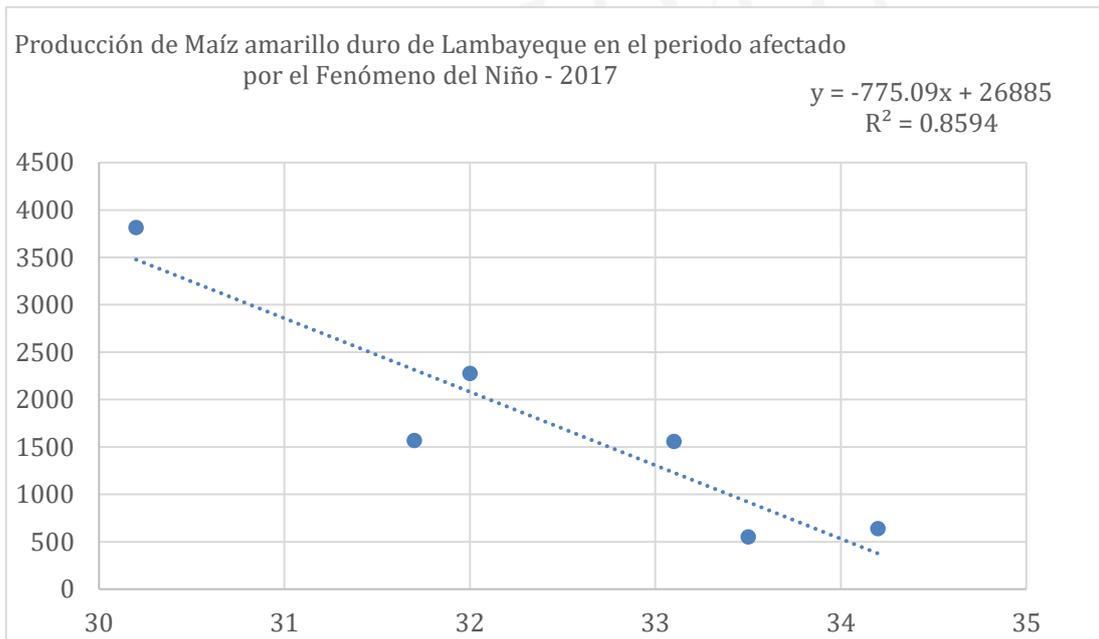


Figura 7: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Precipitación de Lambayeque en todo el año 2017.

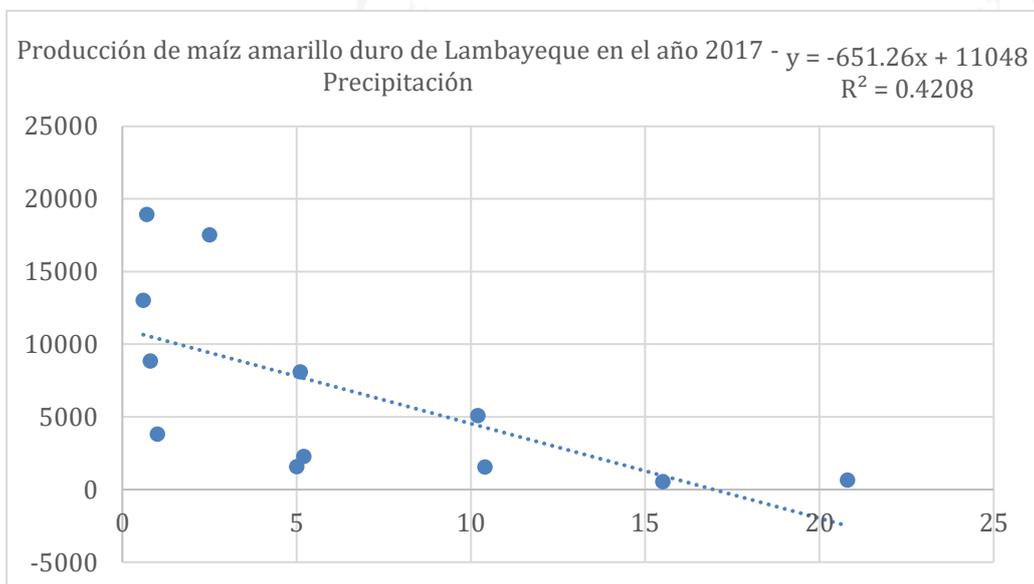
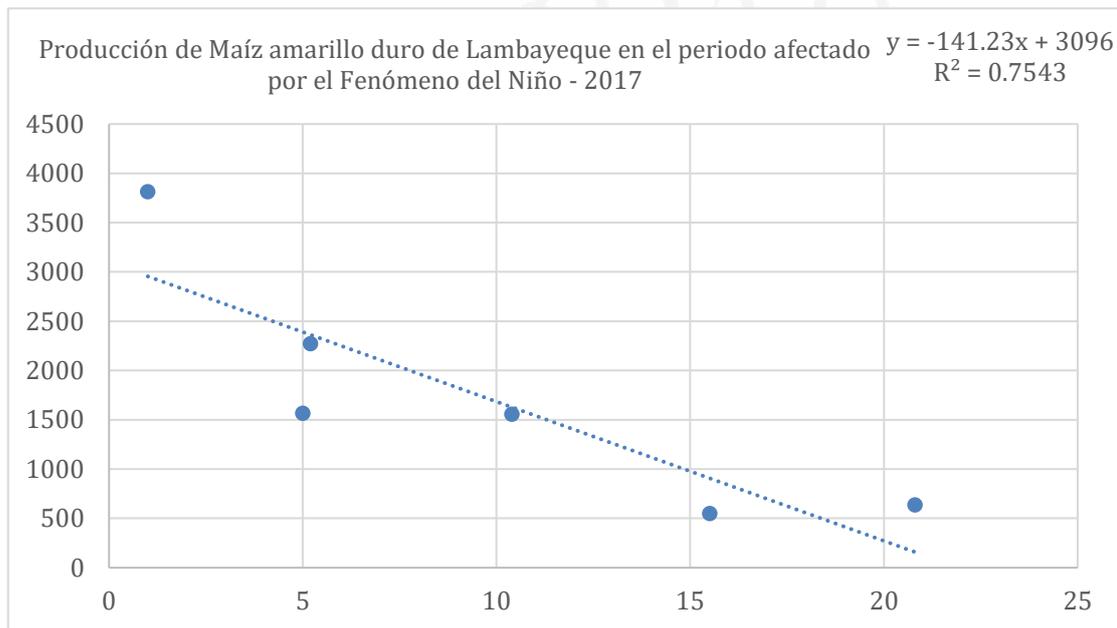


Figura 8: Gráfico de dispersión de la Producción de Maíz Amarillo Duro y la Precipitación de Lambayeque en el periodo presente del Fenómeno del Niño.



Los resultados obtenidos de los Figuras de Dispersión presentados concluyen en que hay una R^2 mayor en las gráficas en las que hay un mayor énfasis en los meses afectados por el Fenómeno del Niño (Gráfico 8, 6, 4 y 2) respecto a las gráficas en las que se utilizan todos los meses del año 2017 (Gráfico 7, 5, 3 y 1). Este R^2 demuestra que estas variables en los meses con el Fenómeno del Niño presente en la regresión pueden explicar mejor esta relación con la Producción del Maíz Amarillo Duro.

6.1. Clima y precipitación durante la época del fenómeno del niño en el 2017

En la presente investigación se menciona las 3 regiones mayormente afectadas por el fenómeno del niño en el año 2017, para ello se hizo una comparación entre las medias y varianzas del clima y precipitación de las regiones de Lima, Piura y Lambayeque en el transcurso de época del fenómeno del niño y durante la estabilidad de las mismas.

Lima tiene un clima desértico con muy poca precipitación durante el año. A pesar de estar ubicada en una zona tropical, la corriente fría de Humboldt modera las temperaturas, haciendo que el clima sea más fresco. Durante el verano (diciembre a marzo), las temperaturas medias oscilan entre 24°C y 28°C con alta humedad. En invierno (junio a septiembre), las temperaturas medias están entre 14°C y 18°C, con niebla y humedad persistente. Piura, ubicada en el norte de Perú, tiene un clima tropical seco. Las temperaturas son altas durante todo el año, superando a menudo

los 30°C. La estación lluviosa ocurre entre diciembre y abril, con precipitaciones significativas, mientras que el resto del año es mayormente seco. Lambayeque comparte características climáticas similares a Piura, con un clima tropical seco. Las temperaturas también son altas y constantes durante el año, y la mayor parte de las precipitaciones se concentra en los meses de verano, de diciembre a abril.

La temperatura promedio en Lima varía de 18°C a 26°C a lo largo del año. Además, tiene una baja precipitación, ya que los meses con más precipitación son abril y junio, pero, aun así, la cantidad es muy baja, alrededor de 2-3 mm. La temperatura promedio en Piura es alta durante todo el año, variando entre 26°C y 30°C. Piura tiene una estación lluviosa significativa entre enero y abril, con el pico de precipitación en marzo y abril (50-70 mm). Sin embargo, el resto del año tiene baja precipitación, es decir, es bastante seco. Las temperaturas en Lambayeque son similares a las de Piura, con valores entre 23°C y 28°C. La mayor parte de la precipitación ocurre entre enero y abril y es baja, con el pico en marzo y abril (45-65 mm). El fenómeno de El Niño costero de 2017 fue uno de los eventos climáticos más devastadores en la historia reciente de Perú. Caracterizado por un calentamiento anómalo de las aguas superficiales del océano Pacífico cerca de la costa peruana, este evento provocó alteraciones significativas en el clima, afectando las temperaturas y las precipitaciones.

A continuación, se mencionan los datos del clima y precipitación durante el fenómeno del niño del 2017 en base a los datos obtenidos mediante el SENAMHI

En el caso de Lima, la media de la temperatura resultó en +1.0°C a +1.5°C la cual está por encima del promedio y su varianza fue de 0.84°C². Lima presentó una varianza moderada en la temperatura, lo que indica que las temperaturas fueron relativamente más consistentes comparadas con Piura. La varianza moderada a alta en la precipitación refleja que hubo variabilidad en las lluvias, aunque no tan extrema como en Piura.

En el caso de Lambayeque, la media de su temperatura fue de +1.5°C a +2.0°C la cual resulta por encima del promedio y su varianza fue de 0.85°C². La varianza de temperatura en Lambayeque fue similar a la de Lima, indicando variaciones moderadas en las temperaturas. Sin embargo, la varianza alta en la precipitación sugiere que las lluvias fueron altamente variables y extremas, similar a Piura.

En el caso de Piura, la media de su temperatura fue de +1.5°C a +2.3°C por encima del promedio y su varianza fue de 0.96°C². Piura tuvo una varianza alta en la temperatura, indicando que las temperaturas durante El Niño variaron significativamente respecto a la media. La varianza alta en la precipitación sugiere que las lluvias fueron extremadamente variables, con eventos de lluvia muy intensa seguidos por períodos menos lluviosos



En síntesis, el fenómeno de El Niño costero de 2017 afectó significativamente y en mayor proporción a Piura, presentando la varianza más alta en temperatura (0.96°C^2) y precipitación. Esto indica que las temperaturas y lluvias en Piura fueron altamente variables, con cambios extremos y abruptos. La alta variabilidad en el clima causó estragos en la agricultura, impactando negativamente los cultivos de papa, maíz y quinua. Las condiciones climáticas extremas promovieron enfermedades en las plantas y dificultaron las cosechas, reduciendo significativamente los rendimientos y desafiando la gestión de recursos agrícolas e hídricos en la región.

6.2. Producción de maíz amarillo duro durante el fenómeno del niño 2017

En relación con la producción del cultivo de Maíz Amarillo Duro, se observan variaciones significativas durante los meses en los cuales el Fenómeno del Niño estuvo presente. En febrero, al inicio del fenómeno, se registró un aumento del 1% en la producción de maíz amarillo duro con respecto al mes anterior, indicando una estabilidad inicial. Sin embargo, en el mes siguiente, marzo, se evidenció una notable caída del 14%, lo que señala los primeros efectos adversos del Fenómeno del Niño en el rendimiento del cultivo.

La situación se agravó en abril, cuando la producción descendió de 84,800 a 48,300 miles de toneladas, representando una disminución drástica de casi el 45%. Esta abrupta caída subraya el impacto severo del Fenómeno del Niño en la producción agrícola durante este período crítico.

Posteriormente a esta disminución significativa, se observó una recuperación gradual en los meses subsiguientes.

Además, se destaca una diferencia notable en la media de producción entre los meses afectados por el Fenómeno del Niño y el resto del año. Durante los meses con presencia del fenómeno, la media de producción fue de 82,803 unidades, mientras que para el resto del año la media superó las 101,000 unidades por mes. Estos datos sugieren claramente que el Fenómeno del Niño tuvo un efecto adverso en la producción de maíz amarillo duro. Esto se debe a que la temperatura promedio estuvo elevada. La temperatura crítica o la máxima temperatura posible que puede soportar el cultivo es de entre 7 a 30 grados (MINAGRI). En este periodo estas temperaturas fueron superadas debido a las anomalías ocasionadas por el Fenómeno del Niño.

6.3. Producción de quinua durante el Fenómeno del Niño en el 2017

En relación con la producción del cultivo de Quinua, se observan variaciones importantes durante los meses afectados por el Fenómeno del Niño. En enero, se registró una producción de 1,589 toneladas, marcando el inicio del fenómeno con una estabilidad relativa. Sin embargo, en febrero, la producción disminuyó drásticamente en un 43%, cayendo a 1,110 toneladas, lo que indicaba los primeros impactos negativos del Fenómeno del Niño en el rendimiento del cultivo.



Posteriormente, en abril, la producción se disparó a 26,066 toneladas, un aumento del 91% respecto a marzo. Este incremento inicial podría sugerir una respuesta positiva, pero fue seguido por una caída abrupta en mayo, con una disminución de más del 90% en la producción, descendiendo hasta 14,456 toneladas. Continuó disminuyendo con caídas fuertes de hasta 213%. Esta fluctuación extrema subraya la inestabilidad provocada por el Fenómeno del Niño durante este período crítico.

Además, se observa una diferencia considerable al hallar que la media de producción entre los meses afectados por el Fenómeno del Niño y el resto del año. Durante los meses con presencia del fenómeno, la producción promedió 6,013 toneladas, mientras que para el resto del año la media fue de 7,761 toneladas por mes. Asimismo, se encontró que estos meses que contaban con la presencia del Fenómeno del Niño tenían una varianza muy alta, respecto al resto del año. Estos datos enfatizan la extrema variabilidad en la producción de quinua debido a la influencia del Fenómeno del Niño.

Referencias

- Acosta, M. (2022). *Monzones: qué son, tipos y consecuencias*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/monzones-que-son-tipos-y-consecuencias-2673.html>
- Agencia Agraria de Noticias (2023). *¿Cómo impactará el fenómeno El Niño en la agricultura peruana?*. Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/como-impactara-el-fenomeno-el-nino-en-la-agricultura-peruana-33325>
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (n.d.). *Impacto del cambio climático en la economía peruana*. BCRP. Retrieved from various reports and publications.
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). Reportes económicos y datos sobre inversión en el sector agrícola. <https://www.bcrp.gob.pe>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) & Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *La economía del cambio climático en el Perú: Impactos en el sector agricultura*. BID. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15616/la-economia-del-cambio-climatico-en-el-peru-impactos-en-el-sector-agricultura>
- Banco Mundial (2024). *¿Qué es la seguridad alimentaria?*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update/what-is-food-security>
- Banco Mundial. (s.f.). Análisis sobre el impacto de la liberalización del comercio en la agricultura peruana. <https://www.worldbank.org>
- Ben-Ari, T., et al. (2016). Climate change, crop production and crop yield variability in Sub-Saharan Africa: implications for food security.



- Birthal, P. S., et al. (2021). Climate change impacts on agriculture and food security in India. *Journal of Agricultural Economics*, 72(1), 37-58.
- Caribe, C. E. P. A. L. y. E. (2022). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48077-estudio-economico-America>. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48077-estudio-economico-america-latina-caribe-2022-dinamica-desafios-la-inversion>
- Caribe, C. E. P. A. L. y. E. (2022). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48077-estudio-economico-America>. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48077-estudio-economico-america-latina-caribe-2022-dinamica-desafios-la-inversion>
- ComexPerú.(2023). *Heladas y friajes en 2023: ¿Nuevamente más de 7 millones de peruanos expuestos y más del 80% de la superficie agrícola en riesgo?*. Comex Perú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/heladas-y-friajes-en-2023-nuevamente-mas-de-7-millones-de-peruanos-expuestos-y-mas-del-80-de-la-superficie-agricola-en-riesgo>
- CropLife Latin America. (2014). *La tecnología y el manejo del cambio climático en la agricultura peruana*. CropLife Latin America. <https://www.croplifela.org/es/documentos/la-tecnologia-y-el-manejo-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-peruana>
- Destre Roldan, Y. X. (2023). *Cambio climático y agricultura: un análisis sobre el impacto de las variables climáticas sobre el rendimiento agrícola peruano desde el 2015 al 2019*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25889>
- Economía-Universidad de Lima (26 de junio de 2023). *La agricultura y su impacto en la economía*. Universidad de Lima. <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/economia/noticias/la-agricultura-y-su-impacto-en-la-economia>
- FAO (2015). *The State of Food and Agriculture 2015*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fernández, V. (2023). *Cambio Climático En Brasil: Impactos Y El Camino Por Recorrer*. PADF. <https://www.pdf.org/cambio-climatico-en-brasil-impactos-y-el-camino-por-recorrer/>
- FAO Perú. (2022). *El Perú es el país con la Inseguridad Alimentaria más alta de Suramérica*. FAO PERÚ. <https://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/es/c/1603081/>
- Fondo ODM. *Granjeros chinos cambian cultivos para adaptarse al cambio climático*. Fondo ODM. <http://www.mdgfund.org/es/node/2701>
- Gao, J. (2018). Impacts of sunshine duration and precipitation on agricultural productivity in Western China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(8), 2023-2031.
- Gupta, R., et al. (2014). Impact of climate change on yields of major food grains in India. *Climate Change*, 126, 277-291.
- INIA (2019). *Informe Anual de Investigaciones 2019*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). *Datos estadísticos sobre la economía y agricultura en Perú*. <https://www.inei.gob.pe>



- Jabal, S. I., et al. (2022). Climate change and its impact on agricultural productivity: Case study of Iraq. *Climate*, 10(2), 29.
- Li, Y., et al. (2011). Impact of climate change on maize yield in the U.S. and China. *Agricultural Systems*, 104(6), 475-485.
- Li, Y., et al. (2014). Climate change and maize yield in China: projections and adaptation. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(4), 894-904.
- Lin, B., & Lu, C. (2019). Impacts of climate change on agricultural productivity and farmers' income in China. *Environmental Research Letters*, 14(3), 034016.
- Liu, B., et al. (2020). Climate change impacts on global food production under SSPs and RCPs. *Environmental Research Letters*, 15(8), 084001.
- Lobell, D. B., et al. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319(5863), 607-610.
- MINAGRI (2017). *Boletín Estadístico Mensual "EL AGRO EN CIFRAS"*.
- MINAGRI (2018). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2018-2025. Ministerio de Agricultura y Riego.
- MINAGRI. (2019). *Ficha Técnica N° 19: Requerimientos agroclimáticos del cultivo de Maíz Amarillo Duro*.
- MINAGRI. (s.f.). Informes y datos estadísticos sobre la producción agrícola en Perú.
<https://www.gob.pe/minagri>
- MINAM (2016). Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- MINAM. (2021). *Perú ya cuenta con su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático hacia el 2050*. Ministerio del Ambiente.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/499597-peru-ya-cuenta-con-su-plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-hacia-el-2050>
- Msowoya, K., et al. (2016). Climate change impacts on agricultural crop production in Malawi. *Journal of Agricultural Science*, 8(6), 1-12.
- Murgueitio, E., et al. (2011). Agroforestry systems for sustainable livestock production. *Agricultural Systems*, 104(3), 276-290.
- Nechifor, V., & Winning, M. (2019). The impact of climate change on agriculture: a study of the economic impact of climate change on agriculture. *World Development*, 117, 29-39.
- Observatorio Parlamentario. (2015). *Las múltiples medidas para enfrentar los problemas de la sequía en India*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/politicas-medidas-enfrentar-sequia-india>
- Orihuela, C. (2014). Efecto económico del cambio climático sobre los cultivos permanentes de la agricultura peruana: Periodo 2011-2050.



<http://portal.apci.gob.pe/noticias/Atach/Presentaciones/2015/FondoEstudios/6.%20UNALM%20CC/Informe%20Final%20Cambio%20Climatico%20VF.pdf> UNALM

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). Estudios sobre la reforma agraria y su impacto en los pequeños agricultores en Perú. <https://www.fao.org/>(<https://www.fao.org/>
- Parry, M. L., et al. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14(1), 53-67.
- PromPerú. (s.f.). Información sobre las exportaciones agrícolas y su evolución. <https://www.promperu.gob.pe/>(https://www.promperu.gob.pe
- Pritha, M. & Seung Mo, C.(2020). *Salvaguardar la seguridad alimentaria de África en épocas de la COVID-19*. FMI. <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2020/06/04/blog-safeguarding-africas-food-security-in-the-age-of-covid-19#:~:text=%C3%81frica%20subsahariana%20es%20la%20regi%C3%B3n.las%20fuerzas%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.>
- Ramírez-Cabral, N., et al. (2017). Maize yield response to climate change scenarios in the United States and Mexico. *Environmental Research Letters*, 12(6), 065013.
- Redacción Gestión. (2023). *Arequipa: Amenazas del Fenómeno El Niño bajan, pero la sequía es inminente*. Gestión. <https://gestion.pe/peru/arequipa-amenazas-del-fenomeno-el-nino-bajan-pero-la-sequia-es-inminente-clima-noticia/>
- Reuters, T. (2022). *Las explotaciones agrícolas chinas enfrentan el desafío del cambio climático -dirigente*. EuroNews. <https://es.euronews.com/2022/07/20/clima-cambio-china-agricultura>
- Saenz, A. (2021). *Heladas en plantas*. Blogs de Extensión de la Universidad de Maryland. <https://extensiones.umd.edu/2021/12/14/heladas-en-plantas/>
- Silva, Y. (2023). *Para entender la variabilidad climática*. El Peruano. <https://www.elperuano.pe/noticia/203123-para-entender-la-variabilidad-climatica#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20la%20variabilidad,cambios%20en%20los%20patrones%20de>
- Suresh, R., et al. (2021). Climate change impacts on agriculture: Evidence from Sri Lanka. *Journal of Environmental Management*, 297, 113289.
- Stevanovic, M., et al. (2016). Global crop yield responses to climate change. *Science Advances*, 2(2), e1501453.
- Takahashi, K. (2004). The atmospheric response to sea surface temperature anomalies associated with El Niño 1997/98 in the Western North Pacific. *Journal of Climate*, 17(16), 3348-3363.
- Thurlow, J., et al. (2009). Climate change and economic growth: impacts and interactions in Zambia. *Agricultural Economics*, 41(3-4), 413-424.
- Vuille, M., et al. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, 89(3-4), 79-96.



- Xu, J., et al. (2016). Climate change impacts on rice production in Africa and the global implications. *PLOS ONE*, 11(3), e0157375.
- Yi, W., et al. (2021). Temperature and precipitation impacts on agricultural productivity in China. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044012.
- Yin, R., et al. (2016). The effect of temperature and precipitation on agricultural productivity in China. *Agricultural Systems*, 147, 53-63.
- Yzarra, W., Franco, J., & Falcón, C. (2017). *Impacto de la variabilidad y cambio climático en el cultivo de maíz amarillo duro en condiciones de costa central* [Documento técnico].

