




# Analysis of the Impact of Climate Risk on the Productivity and Financing of the Agricultural Sector of Honduras

Fernando Perdomo<sup>1</sup>; Mario Gallo<sup>1</sup>; Henry Osorto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, UNITEC, Honduras, [fjvperdomo@unitec.edu.hn](mailto:fjvperdomo@unitec.edu.hn),  
[mario.gallo@unitec.edu.hn](mailto:mario.gallo@unitec.edu.hn), [henry.osorto@unitec.edu.hn](mailto:henry.osorto@unitec.edu.hn)

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras, UNAH, Honduras, [henry.osorto@unah.edu.hn](mailto:henry.osorto@unah.edu.hn)

*Abstract– This study addresses the impact of climate risk on Honduras's agricultural sector, focusing on how climate variability affects both performance and access to financial resources. Based on thorough research, the main contributing factors to this risk were identified, along with their relationship to the country's most representative crops, considering their importance to the trade balance and food security. The analysis aims to assess the sector's key vulnerabilities and propose mitigation and adaptation strategies to strengthen its resilience to climate change. It examines the influence of variables such as precipitation and temperature on the yields of major crops—corn, coffee, sugarcane, and banana—as well as their effect on access to both bank and non-bank financing. Additionally, the regions most exposed to climate risk are identified based on their dominant agricultural activities.*

*Keywords: (Climate Risk, Financing, Agricultural Productivity, Agricultural System, Temperature, Precipitation).*

# Análisis de Impacto del Riesgo Climático en la Productividad y Financiamiento del Sector Agrícola de Honduras

Fernando Perdomo<sup>1</sup>; Mario Gallo<sup>1</sup>; Henry Osorto<sup>1,2</sup>;

<sup>1</sup>Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, UNITEC, Honduras, [fjvperdomo@unitec.edu.hn](mailto:fjvperdomo@unitec.edu.hn), [mario.gallo@unitec.edu.hn](mailto:mario.gallo@unitec.edu.hn), [henry.osorto@unitec.edu.hn](mailto:henry.osorto@unitec.edu.hn)

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras, UNAH, Honduras, [henry.osorto@unah.edu.hn](mailto:henry.osorto@unah.edu.hn)

**Resumen**— *El presente estudio aborda el impacto del riesgo climático en el sector agrícola de Honduras, con énfasis en cómo las variaciones climáticas afectan su desempeño y acceso a recursos financieros. A partir de una investigación exhaustiva, se identificaron los principales factores que contribuyen a esta amenaza y su relación con los cultivos más representativos del país, considerando su relevancia en la balanza comercial y la seguridad alimentaria. El análisis se orienta a evaluar las principales vulnerabilidades del sector y a proponer estrategias de mitigación y adaptación que fortalezcan su capacidad de respuesta ante el cambio climático. Se examina la influencia de variables como la precipitación y la temperatura en el rendimiento de cultivos clave —maíz, café, caña de azúcar y banano—, así como su incidencia en el acceso a financiamiento, tanto bancario como no bancario. Además, se identifican las regiones con mayor exposición al riesgo climático, en función de sus actividades agrícolas predominantes.*

**Palabras Claves:** *Riesgo Climático, Financiamiento, Productividad Agrícola, Sistema Agrícola, Temperatura, Precipitación*

## I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el cambio climático ha cobrado un elevado protagonismo como una variable de evaluación en esquemas políticos, económicos y comerciales; sus impactos directos e indirectos han demostrado tener el potencial global de condicionar escenarios adversos en diversos esquemas ambientales y socioeconómicos. “Entre sus impactos humanos significativos se incluye la amenaza a la seguridad alimentaria por la disminución del rendimiento de las cosechas y la pérdida de hábitat por inundación” [1]. El efecto invernadero principal, detonante del cambio climático, es responsable del aumento en la temperatura y el nivel del mar, lo que contribuye al deterioro de los sistemas hídricos, cuyo impacto tiene un alto alcance en los sistemas ambientales globales, así como en la productividad agrícola y forestal [2]. El cambio climático ha adoptado como característica principal la universalidad de su impacto.

El cambio climático ha surgido como un claro desafío para las principales economías del mundo. Las medidas que estas adopten para combatir sus consecuencias y riesgos serán empleadas como referencia por países en vías de desarrollo. No obstante, anticipar acciones y actuar conjuntamente en el diseño y la aplicación de protocolos y planes de acción debe establecerse como una prioridad para las economías emergentes.

Honduras es un país cuyo predominio económico se concentra en el sector primario. La producción y exportación de materia prima han consolidado al sector agrícola como el principal motor económico del país. “El sector agropecuario es clave para el desarrollo social y económico de Honduras” [3]. La influencia de esta condición ha permeado la economía nacional en relación con su diversificación; los sistemas de producción diversificados son resilientes a los efectos del cambio climático y mantienen una productividad constante [4]. Entre los productos agrícolas más importantes se encuentran el café, el banano y la palma africana, siendo el café y el plátano los principales cultivos de exportación [5]. Durante el año 2023, dichos cultivos representaron el 23.4%, 11.5% y 8.5%, respectivamente, del total de exportaciones de mercancías generales, cuyo monto total ascendió a US\$5,951 millones [6]. La escasa diversificación de cultivos y la aplicación continua de métodos de producción improductivos han obligado al sistema a subsistir a través de un entramado y complejo sistema político y económico, manteniendo un escenario altamente dependiente, en el que cualquier desequilibrio o variación en la producción puede derivar en condiciones económicas desfavorables.

El territorio hondureño no es ajeno a las inminentes consecuencias del cambio climático. Honduras ha formado parte de los países más afectados por este fenómeno durante el periodo 1998-2017 [7]. Durante las últimas décadas, el cambio climático se ha constituido en una nueva constante en el diseño de estrategias agrícolas de mitigación y adaptación a los riesgos asociados. Honduras constituye uno de los principales epicentros en cuanto a la fatalidad de fenómenos hidrometeorológicos [8]. Durante el periodo de 2014 a 2027, el territorio nacional ha enfrentado una sequía solo comparable con la alta incidencia de fenómenos hidrometeorológicos que han impactado al país. La naturaleza de estos riesgos no permite medidas categóricas, por lo que es necesario reevaluar continuamente las propuestas y planes de acción. Este panorama no se ve favorecido por las predicciones climáticas para las próximas décadas.

El riesgo del cambio climático ha evolucionado de forma constante y acelerada durante las últimas décadas, evolucionando de ser un contenido exclusivo de lobbies ecologistas a una temática generalista en sistemas corporativos y comerciales globales. Una de las principales variables asociadas al cambio climático lo supone la temperatura, durante el periodo 2023 la temperatura promedio mundial fue  $1.45 \pm$

0.12 °C superior al promedio preindustrial de 1850- 1900, el periodo 2023 se constituyó como el más cálido de los últimos 174 años, superando a registros previos:  $1.29 \pm 0.12$  °C por encima del promedio de 1850-1900 en 2016, y  $1.27 \pm 0.13$  °C en 2020 [9]. Los efectos del cambio climático en los sistemas comerciales suponen alcances directos e indirectos, desde la ocurrencia de condiciones adversas que comprometan la continuidad de la cadena de suministros, deterioro acelerado de la infraestructura comercial hasta condicionantes de los factores de producción, la tierra, capital y el trabajo [10].

El sistema financiero no es la excepción: los riesgos inherentes a la industria bancaria se han visto expuestos a una evaluación más intensa que converge en consideraciones sobre potenciales impactos climáticos. Las instituciones bancarias requieren la evaluación de variables no financieras como parte de los criterios en la toma de decisiones estratégicas comerciales, incluyendo el impacto ambiental asociado a largo plazo [11]. Esta mayor exposición al riesgo se concentra en determinados productos bancarios, entre ellos los créditos agropecuarios. La naturaleza de estos últimos ha comprometido su exposición al riesgo de crédito, configurando un nuevo esquema de evaluación en la emisión de este tipo de créditos. Las principales consecuencias evocadas por el cambio climático incluyen el aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones. La presencia de estas condiciones tiene el potencial de comprometer el rendimiento de distintos cultivos; las limitaciones respecto a la capacidad de venta de cultivos son proporcionales a un aumento en la morosidad crediticia, lo cual afecta la rentabilidad de estos préstamos e incrementa su riesgo crediticio asociado [12].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación se adoptó e implementó la metodología de machine learning, método bajo el cual se tomó como marco de referencia la investigación realizada por el PNUD [13], la cual empleó los escenarios propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático [14], denominados Caminos Representativos de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés): RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5 y RCP 2.6. Estos números se refieren a los valores de forzamiento radiactivo proyectados para el año 2100 en relación con los niveles preindustriales.

En el marco de la Tercera Comunicación Nacional, se hicieron proyecciones de cambio climático para los horizontes de tiempo de corto, mediano y largo plazo. Se trabajó con promedios de 30 años futuros, delimitados así: 2020-2049 (2030s), 2040-2069 (2050s) y 2070-2099 (2080s). En los periodos de tiempo más lejanos, la temperatura global no converge con el modelo de cambio medio para un escenario dado. Por tal motivo, se consideró todo el abanico de los 4 RCPs (2.6, 4.5, 6.0 y 8.5) en la generación de las proyecciones. No se realizarán series de tiempo para estos periodos porque el objetivo es analizar el cambio climático de forma progresiva.

Para el análisis de tendencias meteorológicas (precipitación), producción agrícola y financiamiento

histórico, se procuró la compilación, organización y análisis de datos emitidos por entidades externas reconocidas, como el Banco Central de Honduras (BCH) y CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations. Este último es un conjunto de datos de estimaciones de precipitación que combina observaciones de estaciones meteorológicas con datos satelitales, y fue desarrollado por el Climate Hazards Group de la Universidad de California, Santa Bárbara, en colaboración con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

## III. RESULTADOS Y VISUALIZACIONES

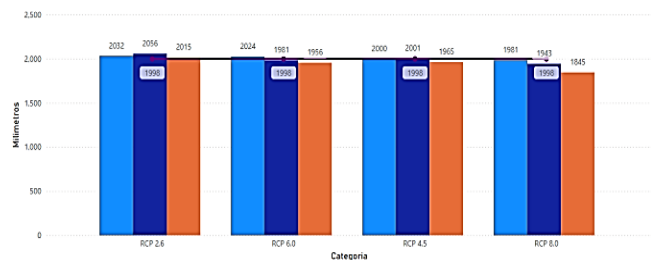


Fig. 1 Proyección de Precipitación para Departamento de Atlántida (2030, 2050 y 2080)

Bajo el esquema de proyección de precipitación, el panorama para el año 2030 proyecta un incremento en la precipitación bajo los modelos 2.6, 4.5 y 6.0. Esta tendencia, en el año 2050, solo se refleja en los dos primeros modelos antes mencionados. Siguiendo un esquema decreciente, para el 2080 se proyecta un incremento respecto al año base (2018) únicamente bajo el modelo 2.6.

Bajo este esquema, el modelo 2.6 constituye el único escenario con un incremento promedio anual de 5.86 mm a lo largo de los años proyectados, mientras que a partir del modelo 4.5 y en los restantes, se observa una tendencia decreciente equivalente a 10.79 mm, 13.92 mm y 50.80 mm, respectivamente. Se observa que la proyección bajo todos los modelos indica que el año 2080 corresponde a una disminución en la precipitación en comparación con el periodo proyectado anterior (2050). Este panorama permite inferir que los principales cultivos del departamento, maíz y banano, se verán afectados y/o su productividad se verá comprometida por sub y sobrevaluaciones en los índices de precipitación.

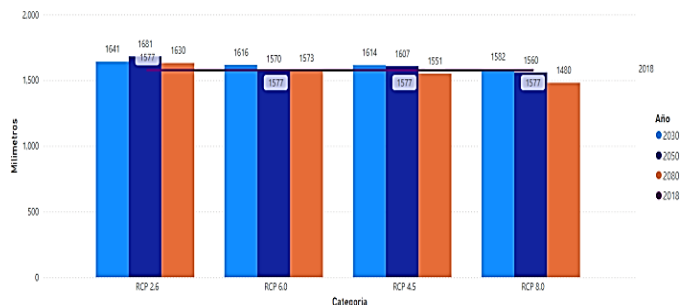


Fig. 2 Proyección de Precipitación para Departamento de Choluteca (2030, 2050 y 2080)

La tendencia en la proyección de precipitaciones para los años 2030, 2050 y 2080 en el departamento de Choluteca presenta un escenario escalonado, a partir del cual el modelo 2.6 muestra una tendencia positiva promedio de 17.9 mm en el índice de precipitación, proponiendo una disminución gradual a partir del año 2080. Siguiendo estos escenarios, el modelo 4.5 propone una disminución a partir del año 2050, la cual supone una disminución promedio anual de 8.49 mm, para posteriormente escalar en los restantes modelos, con disminuciones promedio de 1.22 mm y 32.09 mm, siendo este último el modelo 8.0, el de mayor repercusión en términos estadísticos.

El modelo 6.0, en perspectiva con el resto de los modelos, proporciona un aumento de 3 mm con relación al periodo anterior, siendo el modelo 8.0 el escenario de mayor magnitud en relación con una baja en la precipitación. Este panorama permite inferir que los principales cultivos de producción en el departamento, maíz y azúcar, se verán afectados y/o su productividad se verá comprometida por subidas y sobrevaluaciones en los índices de precipitación.

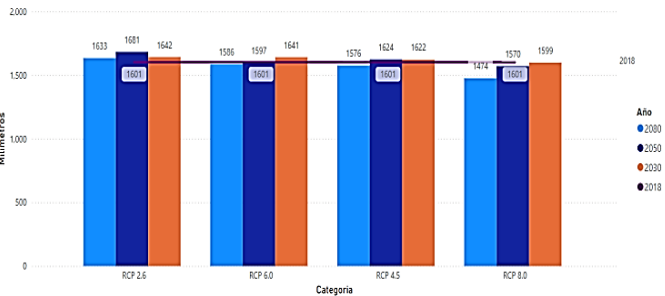


Fig. 3 Proyección de Precipitación para Departamento de Comayagua (2030, 2050 y 2080)

Las proyecciones con relación a la precipitación para el departamento de Comayagua suponen el escenario 8.0, el cual representa el escenario de mayor magnitud en relación con una disminución en la precipitación, y prevé una disminución promedio de 42.37 mm para el periodo de 2030 a 2080. Siendo los años 2050 y 2080 los principales catalizadores de esta tendencia, con una precipitación anual de 1,570 mm y 1,474 mm, respectivamente.

El principal cultivo del departamento corresponde al café, siendo este el de mayor producción en el país. Bajo el panorama climático proyectado, no se observan problemas en los requerimientos hídricos (precipitación), manteniéndose entre los estándares del cultivo. Con relación al cultivo de maíz, este se encuentra expuesto a índices de precipitación sobreestimados y subestimados en relación con los requerimientos de producción óptima, lo que implica un riesgo para la productividad de este cultivo.

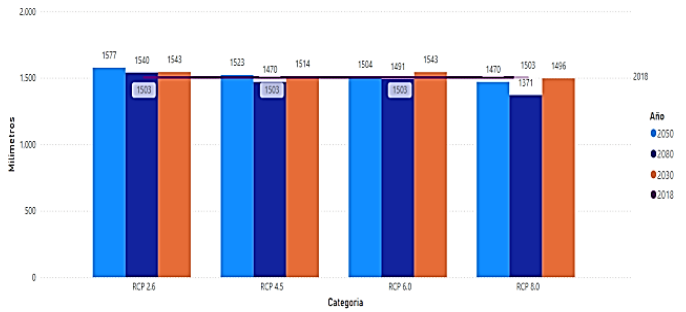


Fig. 4 Proyección de Precipitación para Departamento de Copán (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Copán presenta una tendencia similar con relación a los departamentos anteriores, siendo el escenario promovido bajo el modelo 2.6 una tendencia positiva con respecto al índice de precipitación, con un promedio de 12.36 mm durante el periodo de estimación. En contraste, el escenario 8.0 supone una disminución progresiva de la precipitación, con un promedio de 44 mm durante los periodos de proyección. Destaca el escenario presentado bajo el modelo 6.0, el cual supone una tendencia media que proyecta una disminución promedio en la precipitación de 4 mm.

Los rubros productivos de mayor relevancia en el departamento de Copán son los cultivos de café y maíz, presentando índices de precipitación sobre y subestimados en relación con los requerimientos productivos del cultivo de maíz en todos los escenarios y años de proyección. En relación con el cultivo de café, se presenta una amenaza bajo el escenario 8.0 en el año 2080, el cual muestra un índice de precipitación de 1.371 mm, ubicándose por debajo de los requerimientos de producción del cultivo.

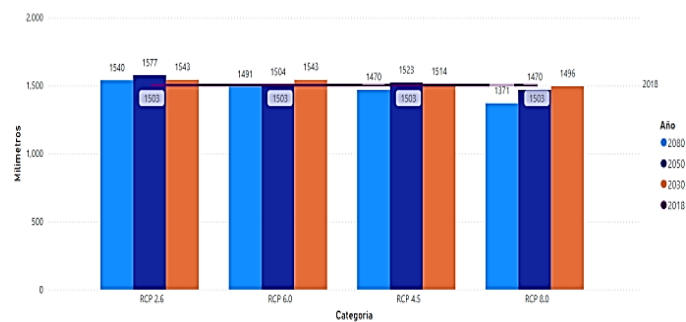


Fig. 5 Proyección de Precipitación para Departamento de Cortés (2030, 2050 y 2080)

Las proyecciones para el departamento de Cortés, enclave de productivos ingenios azucareros, presentan para el año 2030 el panorama más positivo, con una estimación promedio de 1,524 mm según los distintos modelos, promovido por un aumento promedio de 20.9 mm respecto al periodo base (2018). Sin embargo, el periodo 2050 presenta tendencias negativas y/o decrecientes en comparación con el anterior. Este último contrasta proyecciones tanto negativas como positivas, con un máximo de 1,577 mm y un mínimo de 1,469 mm.

El cultivo de caña se ve amenazado por proyecciones

climáticas sobreestimadas en relación con sus requerimientos productivos, que oscilan entre 1,100 mm y 1,500 mm, presuponiendo un panorama caótico para la productividad del cultivo. Asimismo, esta estimación puede contrastar con la homogeneidad con la que se presente el clima durante los años proyectados.

La fertilidad y capacidad productiva del departamento toman como epicentro la disponibilidad y accesibilidad agrícola que proveen el Valle de Sula, el Valle de Quimistán y el Valle de Naco. Dichos valles se han visto comprometidos por diversos fenómenos climáticos, entre ellos inundaciones y sequías, entre otros. Las sequías recurrentes, exacerbadas por el cambio climático, están afectando la disponibilidad de agua para riego en los valles agrícolas, reduciendo la productividad de los cultivos y causando inseguridad alimentaria en las comunidades rurales [17].

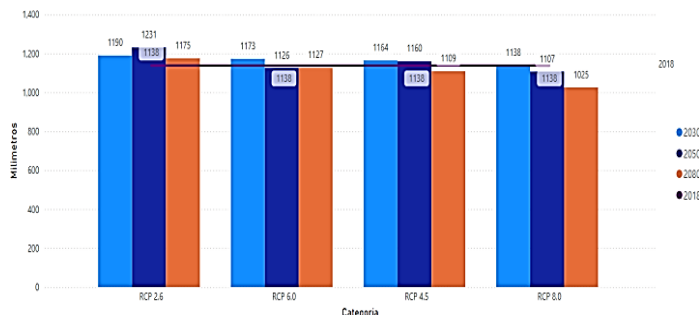


Fig. 6 Proyección de Precipitación para Departamento de El Paraíso (2030, 2050 y 2080)

Las estimaciones en los índices de precipitación del departamento siguen el esquema planteado previamente para otros departamentos, siendo los escenarios 4.5 y 8.0 los que suponen un panorama negativo, con una disminución promedio de 9.69 mm y 37.66 mm, respectivamente, para los años proyectados (2030, 2050 y 2080). Estas estimaciones representan las más bajas en comparación con el resto de agrupaciones geográficas, convirtiendo al departamento en uno de los más expuestos al riesgo por déficits de precipitación.

El escenario propuesto por el modelo 8.0 supone el mayor déficit de precipitación en comparación con los demás modelos, mientras que el modelo 2.6 presenta el mayor índice de precipitación. El principal rubro de producción del departamento es el cultivo del café, convirtiéndolo en el segundo mayor productor de este cultivo en el país. El panorama previamente descrito muestra, bajo todos los modelos analizados, un déficit de precipitación en relación con los requerimientos productivos del cultivo.

El departamento de Francisco Morazán presenta una tendencia escalonada en el índice de precipitación según los distintos modelos. El modelo 2.6 contribuye a un panorama en el que la precipitación muestra un incremento promedio de 12 mm; el modelo 4.5 indica una disminución de 8.26 mm, seguido del modelo 6.0, el cual estima una reducción promedio de 4.13 mm para los años

proyectados. Esta tendencia negativa o decreciente se ve acelerada en el modelo 8.0, el cual proyecta una disminución promedio de 39.14 mm en el mismo periodo.

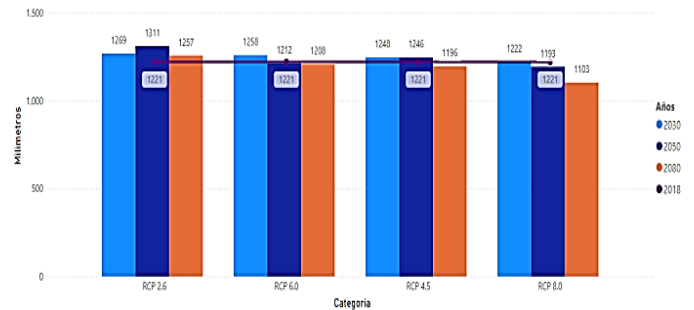


Fig. 7 Proyección de Precipitación para Departamento de Francisco Morazán (2030, 2050 y 2080)

Bajo este panorama, los principales cultivos del departamento —entre ellos azúcar, café y maíz [18]— enfrentan una posible afectación en la productividad del café y el maíz. Por otro lado, los índices de precipitación proyectados por los modelos 2.6, 4.5, 6.0 y 8.0 indican que el cultivo de caña de azúcar no se verá afectado, ya que cumple con los requerimientos productivos de este cultivo.

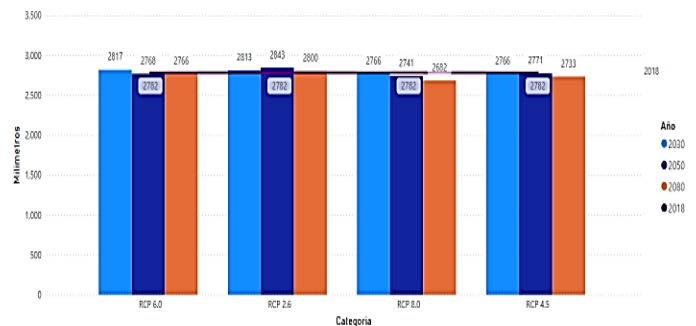


Fig. 8 Proyección de Precipitación para Departamento de Gracias a Dios (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Gracias a Dios constituye el segundo mayor departamento en extensión territorial del país, únicamente por detrás del departamento de Olancho. A pesar de su vasta extensión territorial y de una topografía esencialmente llana, la producción agrícola no representa una característica destacada del departamento. Esta condición obedece a diversos factores, entre ellos la ausencia de infraestructura adecuada que permita desarrollar una cadena de suministros eficiente. Asimismo, gran parte del territorio se encuentra cubierta por una espesa jungla tropical, protegida bajo la categoría de reserva natural, lo que inhibe su destrucción y/o deforestación.

Las estimaciones en precipitación para el departamento de Gracias a Dios, bajo la aplicación de los modelos 2.6, 4.5, 6.0 y 8.0 se encuentran homogéneamente clasificadas como las de mayor índice con relación al resto de departamentos, convirtiendo a la zona nororiental de país como una de las zonas

geográficas con menor exposición a déficits de índices de precipitación en el futuro.

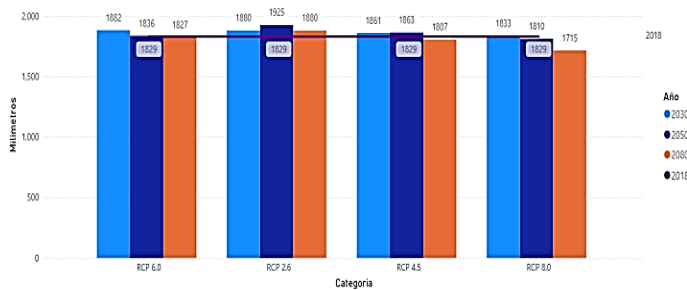


Fig. 9 Proyección de Precipitación para Departamento de Intibucá (2030, 2050 y 2080)

Los índices de precipitación para el departamento de Intibucá reflejan un panorama homogéneo en comparación con el resto de los modelos, en los que el año 2080 supone una disminución en relación con el periodo anterior proyectado (2050). Dicho panorama indica reducciones que oscilan entre 9.72 mm y 94.87 mm, según los distintos modelos, lo que sugiere una disminución continua y/o progresiva del índice de precipitación. El cultivo de maíz se perfila como uno de los principales afectados en relación con sus requerimientos productivos.

Asimismo, el cultivo de café, principal rubro de producción del departamento en términos de relevancia económica, no se ve potencialmente afectado en ninguno de los escenarios ni en los años proyectados, en función de sus requerimientos productivos.

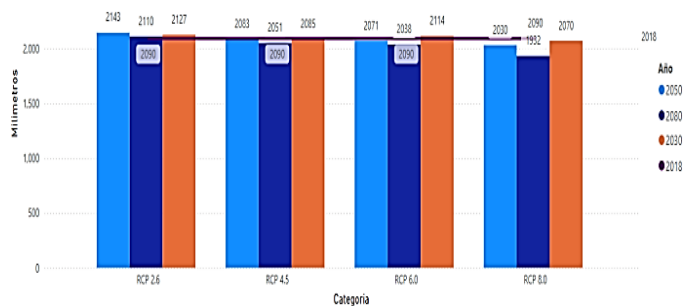


Fig. 10 Proyección de Precipitación para Departamento de Islas de la Bahía (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Islas de la Bahía, epicentro del turismo internacional en el país, no se destaca por ser un elemento esencial en la producción agrícola ni en la seguridad alimentaria nacional; sin embargo, su importancia radica en la captación de divisas. Las estimaciones respecto a los índices de precipitación del departamento reflejan una tendencia escalonada a partir del modelo 2.6, en el que el promedio de precipitación para los años proyectados asciende a 2,126 mm. Este promedio se reduce en el resto de los modelos.

En menor medida, el departamento destina parte de su territorio a la producción de caña de azúcar y banano [19]. El cultivo de caña de azúcar se ve afectado en todos los modelos y años de proyección, sin cumplir con los

requerimientos de producción necesarios. Por otro lado, el cultivo de banano se ve afectado en el año 2080 bajo el modelo 8.0, aunque se ve favorecido en las proyecciones de precipitación para los años 2030 y 2050.

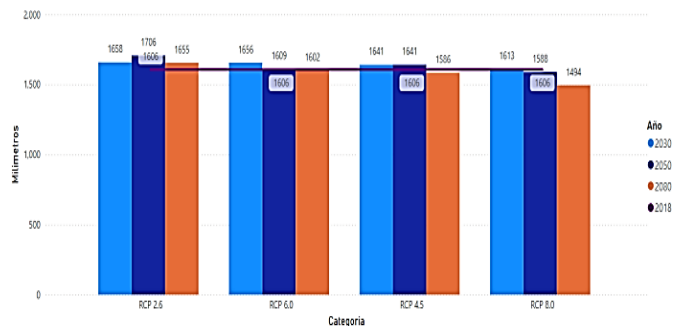


Fig. 11 Proyección de Precipitación para Departamento de La Paz (2030, 2050 y 2080)

El departamento de La Paz, ubicado en la zona suroriental del país, tiene como principales cultivos al café y al maíz. Las proyecciones en relación con la precipitación indican una tendencia decreciente según los modelos aplicados (2.6, 4.5, 6.0 y 8.0), donde el panorama más favorable presenta un promedio de precipitación de 1,673.05 mm para los años proyectados (2030, 2050 y 2080). En contraste, el modelo 8.0 supone un promedio de 1,565 mm, lo que implica una disminución anual promedio de 37.18 mm.

En cuanto al cultivo de café, las proyecciones climáticas respecto a la precipitación no representan riesgos potenciales para su producción, ya que se encuentra dentro del rango de precipitación requerido. Por otro lado, el cultivo de caña de azúcar se ve afectado bajo los distintos modelos y años de proyección.

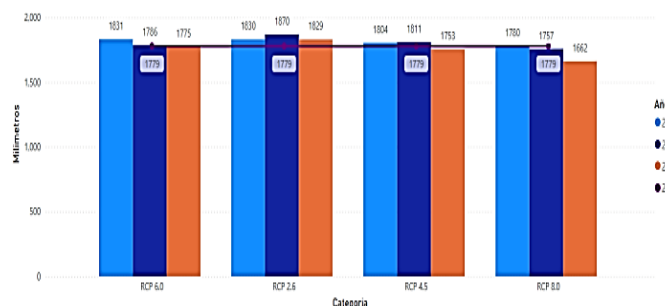


Fig. 12 Proyección de Precipitación para Departamento de Olancho (2030, 2050 y 2080)

La tendencia en la proyección de precipitaciones para los años 2030, 2050 y 2080 en el departamento de Olancho presenta un escenario escalonado, a partir del cual el modelo 2.6 muestra una tendencia positiva, con un aumento promedio de 6.05 mm en el índice de precipitación, proyectando una disminución gradual a partir del año 2080. Siguiendo esta tendencia, el modelo 4.5 propone paralelamente una disminución de 35.69 mm a partir de ese año. Esta tendencia se modifica en los modelos 6.0 y 8.0, en los que el descenso en la precipitación se presenta a

partir de los años 2050 y 2030, respectivamente. Es el modelo 8.0 el que indica una disminución constante y progresiva.

El cultivo de maíz y otros granos constituye el uso principal de las tierras cultivables del departamento. Los requerimientos productivos de este último son sobre o subestimados por los índices de precipitación proyectados, lo cual plantea reservas en torno a la seguridad alimentaria nacional.

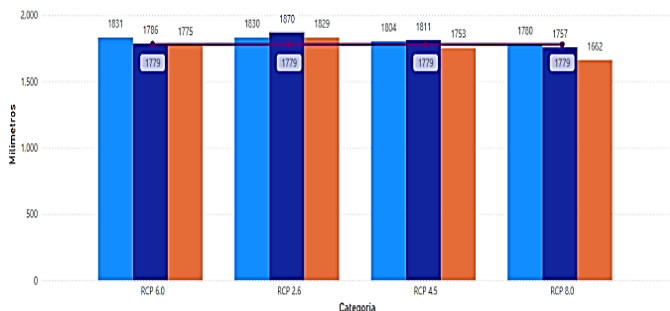


Fig. 13 Proyección de Precipitación para Departamento de Lempira (2030, 2050 y 2080)

Bajo este esquema es el modelo 2.6, constituye el único escenario con un incremento promedio anual de 16.78 mm sobre los años proyectados, siendo a partir del modelo 4.5 y el resto de estos una tendencia decreciente equivalente 8.64 mm,

1.39 mm y 39.06 mm respectivamente. Se observa que la proyección bajo todos los modelos implica que el año 2080 corresponde una disminución en la precipitación en relación con el periodo anterior proyectado 2050. Este panorama permite inferir que la productividad agrícola del principal rubro de producción en el departamento, el café, no se verán afectado, cumpliendo con los requerimientos hídricos del cultivo.

El cultivo de maíz y otros granos constituye un paralelo en el uso de las tierras cultivables del departamento, siendo los requerimientos productivos del maíz, sobre y subestimados por los índices de precipitación proyectados, este panorama presupone reservas con respecto a la seguridad alimentaria nacional.

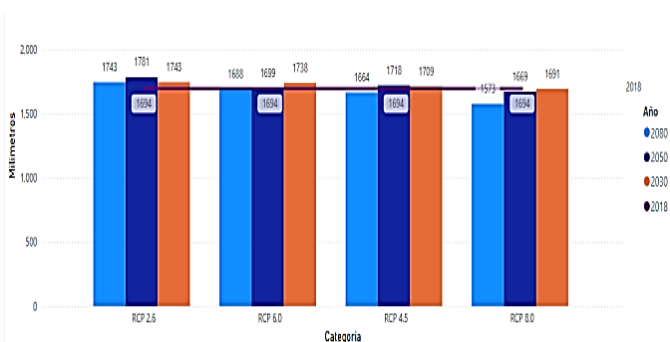


Fig. 14 Proyección de Precipitación para Departamento de Ocotepique (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Ocotepique constituye uno de los principales productores de café. La tendencia en la proyección de precipitaciones para los años 2030, 2050 y 2080 presenta un escenario escalonado, en el cual el modelo 2.6 muestra una tendencia positiva, con un incremento promedio de 16.07 mm en el índice de precipitación, proyectando una disminución gradual a partir del año 2080. Siguiendo estos escenarios, el modelo 4.5 plantea también una disminución a partir de ese mismo año, con una reducción promedio anual de 10.21 mm, que se incrementa en los modelos restantes con disminuciones promedio de 2.07 mm y 40.36 mm, siendo este último correspondiente al modelo 8.0, el de mayor repercusión en términos estadísticos.

El cultivo de café, principal rubro de producción del departamento, no enfrenta riesgos significativos en su productividad agrícola en función de sus requerimientos hídricos, bajo ninguno de los modelos ni años proyectados. Asimismo, el cultivo de maíz se encuentra expuesto a requerimientos productivos adversos.

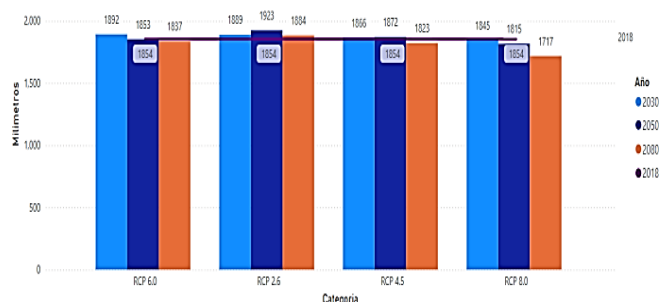


Fig. 15 Proyección de Precipitación para Departamento de Santa Bárbara (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Santa Bárbara constituye una de las principales zonas productoras de café del país. El departamento se encuentra expuesto a un panorama climático escalonado, bajo el cual el modelo 2.6 representa el único escenario con un incremento promedio anual de 9.96 mm en los años proyectados. Siguiendo esta tendencia, el modelo 4.5 supone que, a partir del año 2080, el índice de precipitación presenta una disminución respecto al año anterior (2050), con un promedio de 10.2 mm en los años proyectados. Bajo los modelos 6.0 y 8.0, los índices de precipitación indican una disminución a partir de los periodos 2050 y 2030, respectivamente.

Se observa que la proyección bajo todos los modelos indica que el año 2080 presenta una disminución en la precipitación en comparación con el periodo anterior proyectado (2050). Este panorama permite inferir que el principal cultivo del departamento, el café, no verá comprometida su productividad, ya que los índices de precipitación sobre o subvaluados no se alejan de los requerimientos óptimos del cultivo.

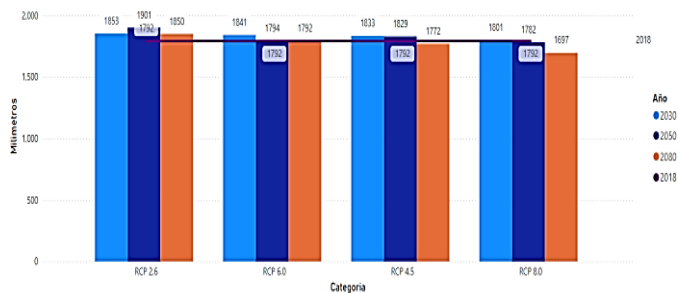


Fig. 16 Proyección de Precipitación para Departamento de Valle (2030, 2050 y 2080)

La tendencia en la proyección de precipitaciones para los años 2030, 2050 y 2080 en el departamento de Valle presenta un escenario en el que el modelo 2.6 muestra una tendencia positiva con un promedio de 19.34 mm en el índice de precipitación, proyectando una disminución gradual a partir del año 2080. Siguiendo esta tendencia, el modelo 4.5 indica una disminución de la precipitación a partir del año 2050, con una reducción promedio anual de 6.66 mm. Las proyecciones de los modelos 6.0 y 8.0 refuerzan esta tendencia, acentuando reducciones en la precipitación promedio de 0.10 mm y 31.76 mm, respectivamente, para los años proyectados.

El departamento de Valle, siendo el de menor extensión territorial del país, se distingue por presentar estimaciones decrecientes a partir del año 2050 en tres de los cuatro modelos analizados. Entre los principales rubros de exportación del departamento se encuentran el maíz y el frijol; como cultivo secundario, destaca la caña de azúcar (SAG, 2024). Con base en las estimaciones, dichos cultivos no cuentan con índices de precipitación adecuados para satisfacer sus necesidades hídricas.

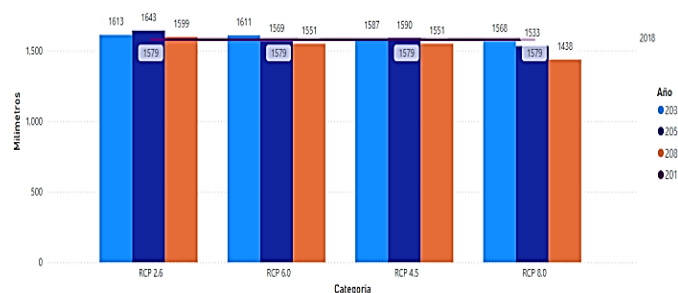


Fig. 17 Proyección de Precipitación para Departamento de Yoro (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Yoro se encuentra expuesto a un panorama climático escalonado, bajo el cual el modelo 2.6 constituye el único escenario con un incremento promedio anual de 6.42 mm durante los años proyectados. Siguiendo esta tendencia, el modelo 4.5 indica que, a partir del año 2080, el índice de precipitación registra una disminución respecto al año anterior (2050), con una reducción promedio de 9.41 mm. Bajo los modelos 6.0 y 8.0, los índices de precipitación muestran una tendencia decreciente a partir de los años 2050 y 2030, respectivamente.

Los principales cultivos del departamento son el café, el banano y la caña de azúcar. Bajo este esquema de producción, las tendencias climáticas relacionadas con los índices de precipitación evidencian un panorama desfavorable para los cultivos de caña de azúcar y banano, los cuales no alcanzan los requerimientos hídricos necesarios para su óptima producción. Sin embargo, el cultivo de café no presenta desviaciones significativas respecto a los requerimientos de precipitación necesarios para mantener su productividad.

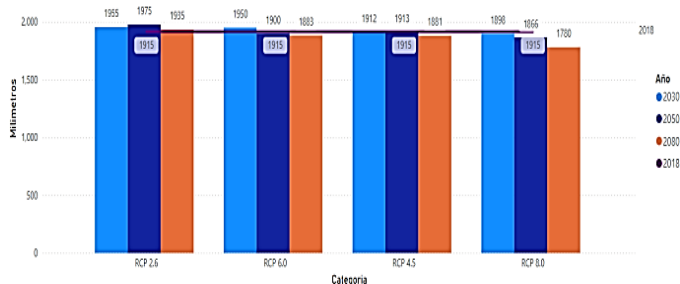


Fig. 18 Proyección de Precipitación para Departamento de Colón (2030, 2050 y 2080)

El departamento de Colón constituye uno de los principales productores de café. La tendencia en la proyección de precipitaciones para los años 2030, 2050 y 2080, para el departamento de Colón, no presenta un escenario escalonado como el resto de los departamentos. El modelo 2.6 muestra una tendencia positiva (crecimiento) promedio de 6.55 mm en el índice de precipitación, proyectando una disminución gradual a partir del año 2080. Es el modelo 4.5 el que presenta un comportamiento variable, con crecimiento entre disminuciones en 2030 y 2080, arrojando un promedio negativo de 11.37 mm. En los modelos 6.0 y 8.0, las disminuciones se observan a partir del año 2050 y 2030 respectivamente, con promedios de precipitación durante los años proyectados de 10.67 mm y 45.15 mm, respectivamente.

Los principales cultivos del departamento son el café y el banano. Bajo este esquema de producción, las tendencias climáticas relacionadas con los índices de precipitación indican un panorama desalentador para el cultivo de banano, el cual no cumple con los requerimientos hídricos necesarios para su óptima producción. Sin embargo, el cultivo de café no presenta desviaciones significativas respecto a los requerimientos de precipitación necesarios para mantener su productividad.

Las estimaciones para el año 2030 bajo el modelo RCP 2.6 implican un incremento promedio de temperatura de 0.95 °C. Los meses de marzo, abril, agosto y septiembre presentan un aumento igual o superior a 1 °C. Bajo este panorama, se puede inferir que los dos primeros meses coinciden con la temporada seca del país, la cual ocurre entre noviembre y abril.

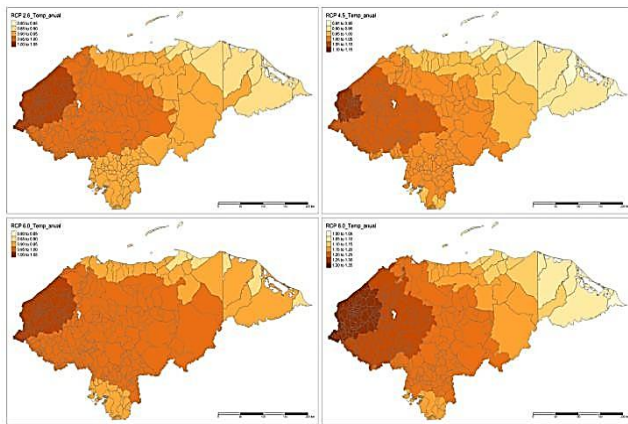


Fig. 19 Proyección de Temperatura para el año 2030

No obstante, el aumento de temperatura en agosto y septiembre sugiere que fenómenos específicos como la canícula podrían verse intensificados y/o retrasados. El incremento de las temperaturas se acentúa principalmente en la zona occidental del país, siendo los departamentos de Copán, Ocotepeque y Santa Bárbara los más afectados.

El modelo RCP 4.5 proyecta un incremento de temperatura de 1.02 °C, con aumentos iguales o superiores a 1 °C en nueve meses, de marzo a noviembre. En cuanto a la distribución geográfica, coincide con el modelo anterior: Copán (1.10 °C), Ocotepeque (1.09 °C) y Santa Bárbara (1.08 °C) muestran los mayores incrementos. En contraste, Colón, Gracias a Dios e Islas de la Bahía presentan los menores aumentos en temperatura anual promedio.

Bajo el modelo RCP 6.0, se estima un incremento de temperatura de 0.96 °C. Los meses de marzo, abril, mayo, julio y agosto muestran aumentos iguales o superiores a 1 °C. Similar a los modelos anteriores, Copán, Ocotepeque y Santa Bárbara registran los mayores aumentos. Sin embargo, este modelo presenta menos contraste regional. Departamentos como Lempira, Comayagua, Cortés, Intibucá, Olancho, Yoro, La Paz, El Paraíso, Francisco Morazán, Choluteca, Valle, Atlántida y Colón muestran incrementos entre 0.90 °C y 0.98 °C. Finalmente, Gracias a Dios e Islas de la Bahía experimentan los menores incrementos, con valores inferiores a 0.90 °C.

El modelo RCP 8.0 proyecta un incremento en la temperatura de 1.23 °C, siendo este el escenario más severo en relación con esta variable climática. Se estima un aumento promedio de al menos 1 °C de forma homogénea en todo el país, con el departamento de Copán registrando un incremento de 1.32 °C, mientras que las zonas circundantes registran aumentos de aproximadamente 1.29 °C.

El panorama previsto para el año 2050 constituye uno de los más drásticos para el país. El modelo RCP 2.6 proyecta un incremento de temperatura de 1.14 °C, con los principales aumentos estimados para los meses de marzo, abril, agosto y septiembre, con valores de 1.22 °C, 1.24 °C, 1.26 °C y 1.21 °C, respectivamente. La zona occidental se

presenta como el epicentro del aumento de temperaturas, con los departamentos de Copán, Santa Bárbara y Ocotepeque registrando incrementos de 1.23 °C, 1.20 °C y 1.20 °C, respectivamente. En cambio, los departamentos de Gracias a Dios e Islas de la Bahía son los más favorecidos bajo esta tendencia, con incrementos de 1.05 °C y 1.04 °C, respectivamente.

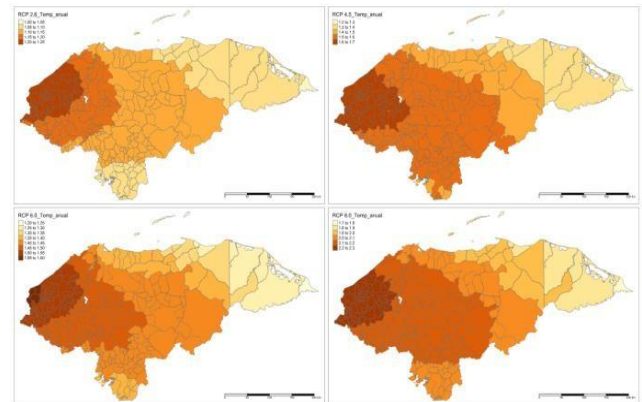


Fig. 20 Proyección de Temperatura para el año 2050

Los modelos RCP 4.5 y RCP 6.0 proponen un panorama similar al del modelo anterior, con incrementos promedio anuales de 1.53 °C y 1.43 °C, respectivamente. Ambos modelos muestran sus principales picos de temperatura en los meses de marzo, abril, julio y agosto, lo que es consistente con la ocurrencia de la temporada seca, que se da entre los meses de noviembre a abril, así como con el fenómeno de la canícula, que suele ocurrir en los meses de julio y agosto. Además, se observa una tendencia recurrente en estos modelos, en la que la zona geográfica de mayor riesgo es la zona occidental del país.

El modelo RCP 8.0 implica el panorama más severo para el año 2050, con un incremento de temperatura promedio anual de 2.10 °C. Este esquema más radical propone incrementos mayores a 2 °C en nueve meses (marzo a noviembre). Son las estimaciones del departamento de Copán las que implican un mayor grado de riesgo, con un incremento de temperatura promedio de 2.24 °C, siendo entre estos los meses de marzo, abril, julio y agosto los focos de mayor temperatura.

El año 2080 muestra un contraste interesante en relación con el resto de los años proyectados, siendo este el único que presenta tanto disminuciones como aumentos de temperatura. El modelo RCP 2.6 proyecta un incremento escalonado que implica mayores aumentos en la zona occidental y se degrada en incrementos de menor temperatura en la zona oriental del país. En este caso, los meses de mayor intensificación son los de abril, mayo, octubre y noviembre, con incrementos de 7.46 °C, 8.17 °C, 9.43 °C y 8.91 °C, respectivamente.

Los modelos RCP 4.6, 6.0 y 8.0 proponen una tendencia decreciente en la temperatura promedio anual de 2.45 °C, 1.42 °C y 10.36 °C, respectivamente. Esta tendencia añade un contraste con el resto de proyecciones bajo los distintos modelos y años proyectados.

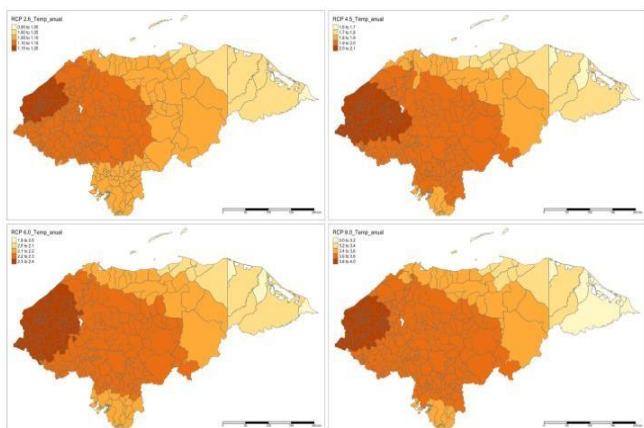


Fig. 21 Proyección de Temperatura para el año 2080

Sin embargo, la ocurrencia de dichas tendencias sigue teniendo como epicentro la zona occidental del país, siendo el departamento de Copán el que presenta un panorama de mayor riesgo en comparación con el resto de los departamentos. Los mayores decrementos en temperatura bajo el modelo RCP 8.0 tienen lugar en los departamentos de Islas de la Bahía, Atlántida y Cortés, con disminuciones de 13.13 °C, 12.69 °C y 12.13 °C, respectivamente.

### III. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis revela que los eventos meteorológicos extremos, como huracanes y tormentas, han comprometido la integridad y productividad del sistema agrícola hondureño, afectando significativamente la economía del país y la producción de cultivos comerciales; Honduras, debido a su ubicación geográfica, es especialmente vulnerable a estos fenómenos, cuya frecuencia y severidad aumentan con el calentamiento global. Las variables climáticas principales, precipitación y temperatura, influyen directamente en los procesos biológicos y ecológicos de los cultivos, con proyecciones que indican una disminución progresiva de la precipitación y un aumento de la temperatura hacia 2030, 2050 y 2080, afectando zonas clave como la sur y noroccidental, lo que plantea grandes desafíos para la agricultura. Además, el sistema de financiamiento agrícola en Honduras, dominado por entidades no bancarias, muestra un limitado apetito de riesgo del sector financiero de primer nivel hacia el sector agrícola, que se traduce en un acceso restringido a financiamiento sofisticado y limita la productividad agrícola nacional.

#### AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

El activismo ambiental y climático categorizado hoy día como una actividad de alto riesgo, ha constituido durante las últimas décadas la piedra angular en los esfuerzos civiles respecto la concientización y mitigación de los riesgos asociados al cambio climático; celebres exponentes del activismo ambiental y climático nacional como Bertha Caceres, Janeth Kawas, Aly Dominguez,

Jairo Bonilla, entre otros han sido víctimas de sistemas políticos y económicos corruptos acólitos a modelos capitalistas absortos en la codicia, inconciencia y antipatía socioambiental que elige deliberadamente minar la integridad ecológica de sus tierras y de las personas que las habitan; la presente investigación está dedicada a los activistas hondureños que luchan y lucharon constantemente en la preservación de sistemas ecológicos y abogan por medidas políticas y sociales que se ajusten al panorama climático actual y futuro, a esas personas que han elegido vivir en un umbral de riesgo legitimado por la impunidad y brutalismo, a aquellos cuya voz y lucha ha sentado un precedente nacional e internacional, a aquellos que prestaron su voz a Honduras.

### REFERENCIAS

- [1] Zallmall, A. O. (2021). *El cambio climático, una amenaza global*. Sevilla, España: Ediciones Alfara S.A.
- [2] Fernández, J. L. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Repositorio documental, Universidad de Valladolid*, 1.
- [3] Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Análisis de políticas agropecuarias en Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo.
- [4] Emil Vásquez Reyes, R. R. (2020). Diversificación agrícola, sostenibilidad y seguridad alimentaria y nutricional en el occidente de Honduras. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, 169-171.
- [5] Arie Sanders, T. S. (2019). Climate change, agriculture, and adaptation options for Honduras. Washington, DC: The International Food Policy Research Institute. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Arie-Sanders/publication/332656120\\_Climate\\_Change\\_Agriculture\\_and\\_Adaptation\\_Options\\_for\\_Honduras/links/5cc2178ba6fdcc1d49aefaea/Climate-Change-Agriculture-and-Adaptation-Options-for-Honduras.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arie-Sanders/publication/332656120_Climate_Change_Agriculture_and_Adaptation_Options_for_Honduras/links/5cc2178ba6fdcc1d49aefaea/Climate-Change-Agriculture-and-Adaptation-Options-for-Honduras.pdf).
- [6] Banco Central de Honduras. (2023). Informe de Comercio Exterior de Bienes. Tegucigalpa, Honduras: Subgerencia de Estudios Económicos.
- [7] David Eckstein, M.-L. H. (2018). Índice de Riesgo Climático Global 2019. Kaiserstrasse: Germanwatch e.V.
- [8] Lopez, E. B. (2019). Honduras, corazón de Centroamérica, ante el cambio climático: síntesis. Santiago, Chile: Pedro & João Editores.
- [9] Organización Meteorológica Mundial. (2024, Marzo 19). Los indicadores del cambio climático alcanzaron niveles sin precedentes en 2023: OMM. Retrieved from Organización Meteorológica Mundial: <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-indicadores-del-cambio-climatico-alcanzaron-niveles-sin-precedentes-en-2023-omm>
- [10] Rob Dellink, H. H. (2017). International trade consequences of climate change. Paris, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- [11] Caby, J. (2022). The impact of climate change management on banks profitability. *Journal of Business Research*, 412-422.
- [12] Jagdeep Kaur Brar, A. K. (2021). A Case Study of the Impact of Climate Change on Agricultural. *Mathematic*, 1-2.
- [13] PNUD. (2018). Desarrollo de los Escenarios Climáticos de Honduras.
- [14] Tegucigalpa: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- [15] IPCC. (2013). Climate Change 2013 The Physical Science Basis Working Group I Contribution Ginebra: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [16] Abatzoglou, J. T., Dobrowski, S. Z., Parks, S. A., & Hegewisch, K. C. (11 de Julio de 2024). TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. Obtenido de Scientific Data: <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2017.191>
- [17] Kobayashi, S., Ota, Y., Harada, Y., Ebata, A., Moriya, M., Onoda, H., KAMAHORI. (2015). Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 5-48.
- [18] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). Global Forest Resources Assessment 2020. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- [19] Eco Honduras. (14 de Julio de 2024). Eco Honduras. Obtenido de Francisco Morazán:
- [20] <https://www.ecohonduras.net/node/48#:~:text=Sus%20suelos%20son%20productores%20de,y%20canteras%20de%20piedra%20caliza>.
- [21] SGJD. (2022). índice de Desarrollo Municipal. Tegucigalpa: Secretaría de Gobernación Justicia y Decentralización.