

## Cambio climático observado y crisis alimentaria recurrente en Guatemala: evidencia climática 1970–2024.

### Observed climate change as a driver of recurrent food insecurity in Guatemala: a review of climatic evidence (1970- 2024)

Wener A. Ochoa-Orozco<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4984-2877>

Jorge Félix Pernilloz<sup>2</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4166-8045>

Paris Francisco Rivera<sup>3</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7259-5152>

Joxual J. Araque-Pérez<sup>4</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6703-2988>

<sup>1</sup> Postgrado de la Facultad de Agronomía e Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala.

<sup>2</sup> Estudiante de Doctorado. Universidad Mariano Galvez de Guatemala, Ciudad de Guatemala.

<sup>3</sup> Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB) de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Ciudad de Guatemala.

<sup>4</sup> Facultad de Agronomía (Posgrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala.

E-mail autor/a de correspondencia: [202490165@Fausac.gt](mailto:202490165@Fausac.gt)

Ochoa-Orozco, W.A.; Pernilloz, J.F.; Rivera, P.F.; Araque-Pérez, J.J. (2026). Cambio climático observado y crisis alimentaria recurrente en Guatemala: evidencia climática 1970-2024. *Revista Estudios Ambientales*, 16 (1), 110-128.

**Recibido:** 09/04/2026 - **Aceptado:** 27/05/2026 – **Publicado:** 24/07/2026

#### RESUMEN

Guatemala experimenta vulnerabilidades climáticas crecientes con impactos directos en la seguridad alimentaria y nutricional (SAN). Este estudio investiga el vínculo entre la variabilidad climática de largo plazo y la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) en Guatemala. Para ello, se integraron las tendencias climáticas registradas entre 1970 y 2024 con indicadores de inseguridad alimentaria proyectados hasta 2026. Se examinaron series anuales de precipitación y temperatura en los 22 departamentos, empleando pruebas de Mann-Kendall, estimadores de Theil–Sen y el análisis de anomalías mediante Z-score. La variabilidad climática se cruzó con fases ENOS categorizadas (El Niño, La Niña y Neutral), y se compararon años secos y húmedos con

prevalencia de desnutrición aguda a partir de datos IPC y SESAN. Los resultados muestran heterogeneidad en las precipitación e incremento de años secos ( $Z \leq -1$ ), especialmente después del año 2000. Las temperaturas máximas aumentaron entre +0.8 y +1.3 °C. Los episodios críticos de desnutrición aguda coincidieron sistemáticamente con eventos El Niño (2014–2015, 2018, 2023). Cuatro de los seis años más secos ocurrieron en la última década evaluada. El Niño se asoció con déficit de lluvia y La Niña con años húmedos, aunque sin revertir impactos acumulados. La evidencia confirma que existe un desplazamiento de un clima más cálido, seco y extremo, con consecuencias recurrentes sobre cultivos básicos y SAN. Se requiere migrar de respuestas reactivas a estrategias anticipatorias basadas en agua, suelo y gobernanza climática.

**PALABRAS CLAVE:** ENOS, anomalías climáticas, resiliencia agroalimentaria, vulnerabilidad rural, estrés hídrico

#### **ABSTRACT**

*Guatemala is experiencing increasing vulnerability to climate change with direct impacts on food and nutrition security (FNS). This study examines the relationship between long-term climate variability and food and nutrition security (FNS) in Guatemala. To this end, climate trends recorded between 1970 and 2024 were integrated with food insecurity projections through 2026. Annual precipitation and temperature time series across the 22 departments were examined using Mann–Kendall tests, Theil–Sen estimators, and Z-score anomaly analysis. Climate variability was analysed in relation to ENSO categories (El Niño, La Niña, and Neutral), and dry and wet years were analyzed in relation to acute malnutrition prevalence based on IPC and SESAN data. The results show heterogeneity in precipitation and an increase in dry years ( $Z \leq -1$ ), especially after 2000. Maximum temperatures rose by +0.8 to +1.3°C. Periods of elevated acute malnutrition systematically coincided with El Niño events (2014–2015, 2018, and 2023). Four of the six driest years occurred in the last evaluated decade. El Niño was associated with rainfall deficits and La Niña with wet years, although accumulated impacts persisted. The evidence confirms a shift toward a warmer, drier, and extreme climate, with recurrent impacts on staple crops and FNS. A transition from reactive responses to anticipatory strategies grounded in integrated water, soil, and climate governance is required.*

**KEYWORDS:** ENSO, climate anomalies, agri-food resilience, rural vulnerability, water stress

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa uno de los principales determinantes contemporáneos de la inseguridad alimentaria a escala global. Las alteraciones en los patrones de temperatura, precipitación y frecuencia de eventos extremos modifican de manera indirecta la producción y disponibilidad de alimentos, reduciendo rendimientos agrícolas y afectando el acceso físico y económico a alimentos nutritivos para millones de personas (Schmidhuber y Tubiello, 2007; Wheeler y Von-Braun, 2013).

Además, el cambio climático afecta los cuatro pilares de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización) a través de múltiples vías, incluyendo reducciones de productividad, degradación de suelo, estrés hídrico, enfermedades y pérdidas postcosecha (Porter et al., 2014; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022).

En la última década, la problemática de la crisis alimentaria ha ido en aumento, para el año 2024, se estimó que 828 millones de personas a nivel mundial experimentaron hambre crónica y 2,400 millones enfrentaron inseguridad alimentaria moderada o severa, reflejando un deterioro alimentario asociado al clima, fragilidades económicas y shocks sistémicos (FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO, 2024).

Los impactos climáticos sobre los sistemas alimentarios no solo se manifiestan a través de caídas en producción agrícola, sino también mediante efectos indirectos como mayores precios, deterioro nutricional y mayor carga de enfermedad (Myers et al., 2017).

La evidencia científica ha demostrado que el aumento de la temperatura y la variabilidad pluviométrica están afectando el rendimiento de cultivos claves para la seguridad alimentaria global. Por ejemplo, a nivel mundial, entre 1980 y 2008, el calentamiento observado redujo la producción de maíz en un -3,8 % y la de trigo en -5,5 % respecto a un clima sin calentamiento (Lobell et al., 2011).

Los sistemas alimentarios son sensibles al cambio climático y los impactos se intensifican en regiones dependientes de la agricultura de pequeña escala (Gregory et al., 2005; Vermeulen et al., 2012).

El marco de esta investigación se llevó a cabo en Guatemala, situado en el istmo de Centroamérica entre las latitudes 13°45'–18°00' N y longitudes 88°15'–92°15' O, con una superficie de 108,889 km<sup>2</sup>. Para el análisis se incluyó los 22 departamentos del territorio nacional.

Debido a que Guatemala, constituye un caso paradigmático de vulnerabilidad climática y alimentaria. El país ha sido clasificado entre los más afectados por eventos hidrometeorológicos extremos en las últimas décadas (Germanwatch, 2021, Ochoa-Orozco et al., 2026) y depende en gran medida de la agricultura familiar de temporal, que representa cerca del 70 % de la producción nacional de granos básicos (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2023).

Los datos oficiales de este país, muestran que durante las últimas cinco décadas se observan incrementos en la temperatura media, mínima y máxima y alteraciones en la precipitación anual y estacional (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN], 2023).

Además, se le suma la existencia del incremento en la frecuencia de sequías meteorológicas e hidrológicas, así como

de tormentas e inundaciones que deterioran la infraestructura productiva y los medios de vida rurales (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED], (2024).

Como advierte Ericksen (2008), los sistemas alimentarios deben analizarse como sistemas socio ecológicos donde interacciones entre clima, suelo, mercados, gobernanza y vulnerabilidad social determinan su resiliencia.

La inseguridad alimentaria en Guatemala exhibe características estructurales y persistentes que permiten observar el efecto acumulativo de vulnerabilidades climáticas y sociales (Ulate-Chacón, 2025). El país mantiene una de las tasas más altas de desnutrición crónica infantil de América Latina, con valores próximos al 46 % en menores de cinco años (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social [MSPAS] e Instituto Nacional de Estadística [INE], 2015). Además, se observa la emergencia cíclica de crisis alimentarias agudas.

Para Guatemala, la clasificación integrada en fases (CIF) proyectó entre 3,4 y 3,0 millones de personas en Fase 3 o superior entre mayo de 2025 y abril de 2026, afectando todos los departamentos con mayor severidad en el Altiplano Occidental, Corredor Seco y Franja Transversal del Norte (IPC-Technical Working Group, 2025).

Estas condiciones antrogeoambientales coinciden con las dinámicas descritas por Wheeler y Von-Braun (2013) y Myers et al. (2017), subrayando que el cambio climático amplifica vulnerabilidades ya existentes en poblaciones pobres, rurales y dependientes de la agricultura.

El presente estudio contribuye a la literatura global mediante la integración de cincuenta años de datos climáticos observados en Guatemala (1970–2024) con indicadores recientes de seguridad alimentaria y nutricional (2018–2026).

Esta aproximación permite evaluar cómo las tendencias climáticas de largo plazo se

manifiestan en crisis alimentarias contemporáneas, avanzando el entendimiento del nexo clima–SAN a escala nacional y proporcionando evidencia contextualizada donde los impactos climáticos son tempranos y desproporcionados.

Como sugieren Foley et al. (2011), transformar los sistemas alimentarios bajo el cambio climático requiere no solo producir más y mejor, sino también entender dónde y por qué estos sistemas colapsan primero. Este análisis posiciona a Guatemala dentro del patrón global emergente en el que el clima está dejando de ser un factor ambiental y convirtiéndose en un factor estructural del hambre.

## METODOLOGÍA

### *Diseño del estudio*

Se llevó a cabo un análisis ecológico longitudinal de tipo exploratorio-analítico, que abarcó dos líneas: (i) las tendencias climáticas detectadas en Guatemala entre 1970 y 2024; y (ii) los indicadores de seguridad alimentaria y nutricional (SAN) para el período 2018-2026. Basado en la hipótesis de que las presiones climáticas acumuladas tienen impactos estructurales en los sistemas de alimentos, los cuales se expresan a través de episodios frecuentes de inseguridad alimentaria severa. Por eso, el análisis se realiza en un marco de riesgo y contribución, evitando las interpretaciones deterministas.

### *Fuente de Datos*

Los datos sobre el clima abarcaron la precipitación total por año y por estación, así como la temperatura media, mínima y máxima, con un alcance en los 22 departamentos de Guatemala entre 1970 y 2024. El INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) fue la fuente principal de los datos mensuales que en este caso se sumaron a nivel anual.

Se implementó control de calidad, que incluía la identificación de valores

ausentes y anómalos, el análisis de continuidad temporal y la comprobación de la coherencia entre estaciones próximas. Se llevó a cabo una imputación conservadora por medio de interpolación lineal temporal cuando fue necesario. Para el periodo 2018-2026, la información de SAN se adquirió de la Clasificación Integrada de Seguridad Alimentaria en Fases (IPC).

#### *Procesamiento y análisis climático*

Se usó el estimador de pendiente de Theil–Sen para calcular la magnitud del cambio; por su parte, la prueba no paramétrica de Mann-Kendall fue empleada para evaluar las tendencias temporales. Debido al reconocimiento de tendencias sin partir de la suposición de que los datos son normales. Se calcularon anomalías climáticas en relación con el periodo base de 1981 a 2010.

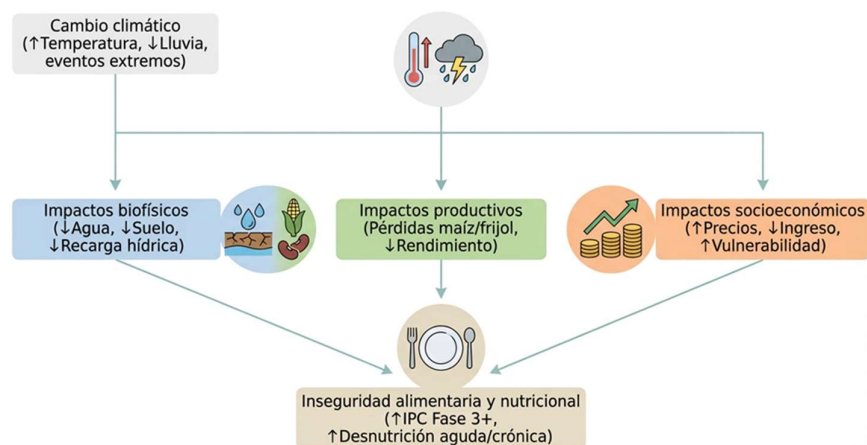
Se incorporaron, además, datos de precipitación del producto CHIRPS v3 (con resolución espacial de 0.05°) para el lapso 1981-2024, que combinan información proveniente tanto de satélites como de observaciones.

#### *Análisis espacial*

Se realizó un análisis espacial a nivel departamental mediante cartografía

exploratoria y comparación entre regiones agroecológicas: Altiplano, Costa Sur, Petén, Nororiente y zonas áridas y semiáridas. Este análisis permitió identificar patrones espaciales de variabilidad climática. Se analizaron asociaciones entre variables climáticas y seguridad alimentaria 2018-2024 en base al índice de Producción de FAOSTAT, la cual compara el valor de la producción actual con el valor del período base, eliminando efectos de inflación y mostrando solo cambios en el volumen físico de producción (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2026).

Las variables incluyeron, anomalías de temperatura y precipitación, y porcentaje de población en Fase 3 o superior del IPC. Asimismo, se evaluaron relaciones temporales mediante análisis de rezagos de 0 a 3 meses, con el fin de identificar respuestas diferidas en indicadores como consumo alimentario y estrategias de afrontamiento. Dado el carácter multifactorial de la SAN, los resultados se interpretaron bajo un enfoque de contribución, considerando la interacción entre condiciones climáticas adversas y vulnerabilidad estructural.



**Figura 1.** Marco conceptual del vínculo clima–SAN en Guatemala.

Fuente: elaboración propia

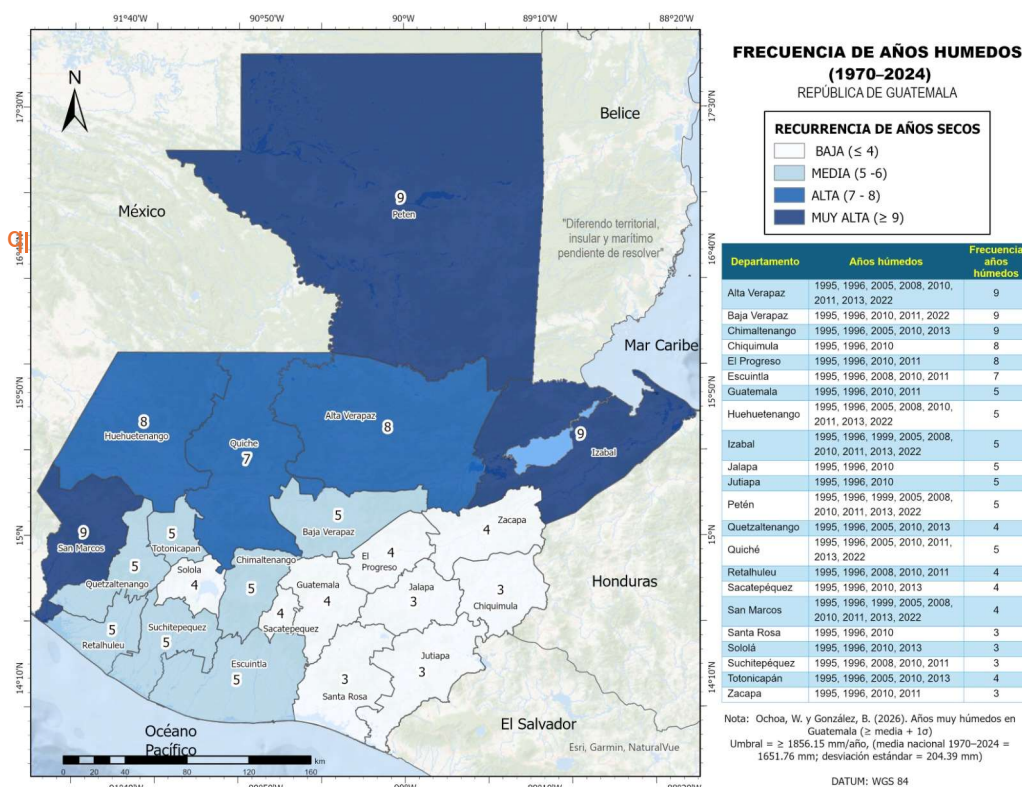
Nota: Recarga hídrica: Proceso de infiltración de agua lluvia que abastece los acuíferos subterráneos. Volatilidad: Variaciones bruscas e impredecibles en el rendimiento de las cosechas y precios de mercado. IPC Fase 3+: Escala internacional que indica una situación de Crisis de seguridad alimentaria (o superior), donde la supervivencia está en riesgo

## RESULTADOS

### *Tendencias nacionales de precipitación (1970–2024)*

La precipitación media anual nacional de los 22 departamentos, fue de 1652 mm/año con una desviación estándar de 204 mm (CV  $\approx$  12.4 %). La comparación entre la década de 1970–1979 y 2015–2024 muestra un aumento de 1537 a 1640 mm/año, es decir, un incremento de +103 mm/año ( $\sim$ 7 %). El ajuste lineal simple para el periodo 1970–2024 indica una pendiente promedio de +40.9 mm/década ( $R^2 \approx 0.10$ ), muestra una señal de ligero

aumento nacional, es decir, puede llover la misma acumulación de mm, pero en el tiempo (días) las lluvias son más cortas. Usando la climatología 1981–2010 como referencia (media 1671 mm,  $\sigma \approx 208$  mm), se identificaron 8 años secos con anomalías  $\leq -1$  desviación estándar (1972, 1976, 1977, 1986, 1987, 1994, 2018, 2019), de los cuales 1977 fue el más crítico ( $-1.77 \sigma$ ). En contraste, se detectaron 6 años muy húmedos ( $> +1 \sigma$ ), destacando 2010 ( $\approx +3.34 \sigma$ ), 2011 y 2022 (Figura, 2).



**Figura 2.** Distribución espacial de la frecuencia de años húmedos en Guatemala (1970–2024).  
 Fuente: elaboración propia con el software Qgis v.3.40.

Nota: Frecuencia de años húmedos por departamento, clasificada en baja ( $\leq 4$ ), media (5–6), alta (7–8) y muy alta ( $\geq 9$ ). Los años húmedos se definieron como precipitación anual  $\geq$  media + 1 DE ( $\geq 1856.15$  mm). Datos climáticos históricos agregados (1970–2024).

### *Tendencias nacionales de temperatura (1970–2024)*

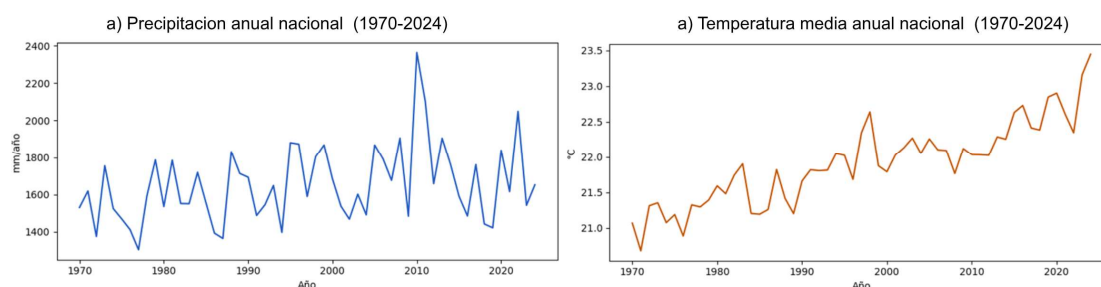
La temperatura media del país durante todo el periodo fue de 27.8 °C (Tmax), 21.9 °C (Tmedia) y 15.7 °C (Tmin); la dispersión interanual fue baja, siendo aproximadamente  $\sigma = 0.55$ , 0.58 y 0.50 °C respectivamente.

El análisis de tendencias demuestra áreas con mayores calentamientos (Figura, 3) basado en la temperatura: Tmax: +0.29 °C por década ( $R^2 = 0.70$ ); Tmedia: +0.32 °C por década ( $R^2 = 0.79$ ); Tmin: +0.25 °C por década ( $R^2 = 0.65$ ). En resumen, la temperatura paso de ser desde 21.2 °C (entre 1970 a 1979) hasta 22.7 °C (de 2015 a 2024), lo que equivale a un incremento de +1.6 °C en medio siglo. Entre los mismos periodos, la Tmin aumentó en +1.3 °C y la Tmax en +1.4 °C a continuación se muestran los años secos de manera espacial (Figura, 3). Entre los mismos periodos, la Tmin aumentó en +1.3 °C y la Tmax en +1.4 °C

en la Figura 4, muestran los años secos de manera espacial.

Las tendencias térmicas en Guatemala a nivel espacial muestran al extremo inferior, Suchitepéquez con el aumento más bajo +0.10 °C/década.

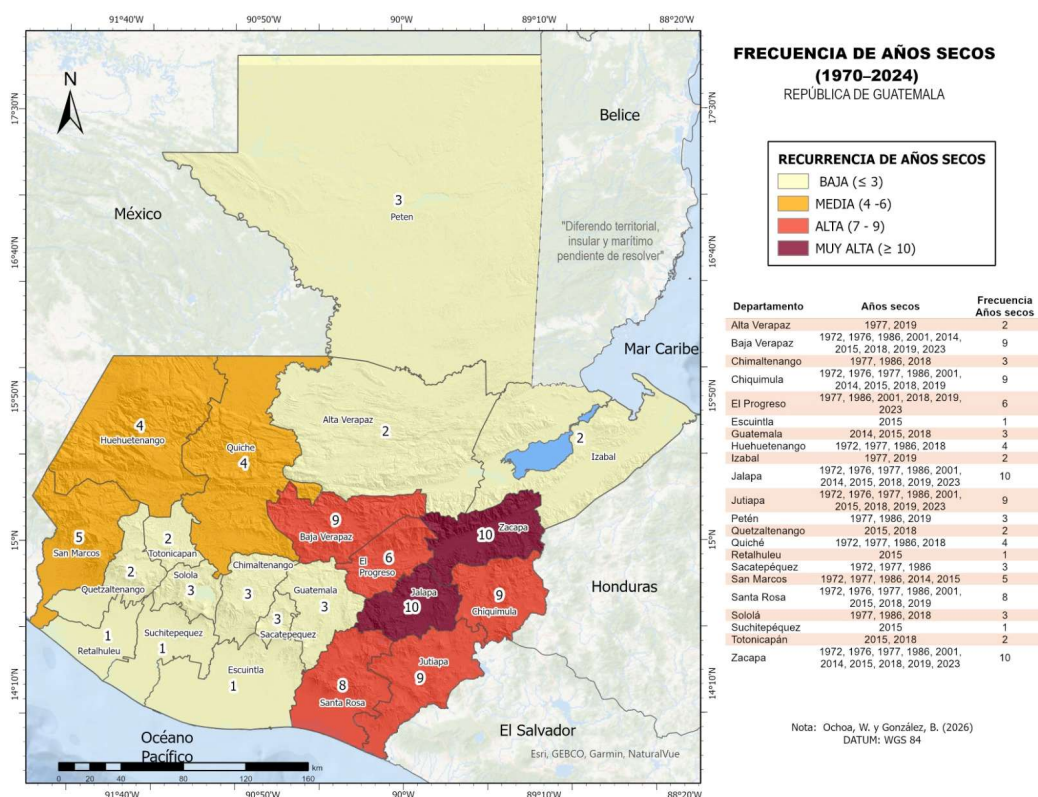
Le siguen las regiones de Quiché, Sololá, San Marcos y Totonicapán, que presentan incrementos intermedios de entre +0.18 y +0.24 °C/década. En contraste, el calentamiento se hace más fuerte en Jalapa y Petén (+0.37–0.42 °C/década) y llega a niveles alarmantes en Alta y Baja Verapaz (+0.49–0.53 °C/década). Sacatepéquez muestra el mayor valor nacional, con una tasa acelerada de +0.68 °C/década. Esto implica que algunos departamentos (particularmente Sacatepéquez y las Verapaces) podrían haber experimentado calentamientos acumulados del orden de 2.5–3.0 °C desde 1970 (Figura, 3 y 4)



**Figura 3.** Serie de precipitación y temperatura anual nacional (Guatemala).

Fuente: elaboración propia con el lenguaje de programación Python 3.14.

Nota: Series climáticas para Guatemala a) Existe fuerte variabilidad entre picos húmedos y años secos b) Se observa tendencia de calentamiento casi monótona pasando de ~21 °C a más de 23.4 °C en los últimos años.



**Figura 4.** Distribución espacial de la frecuencia de años secos en Guatemala (1970–2024).

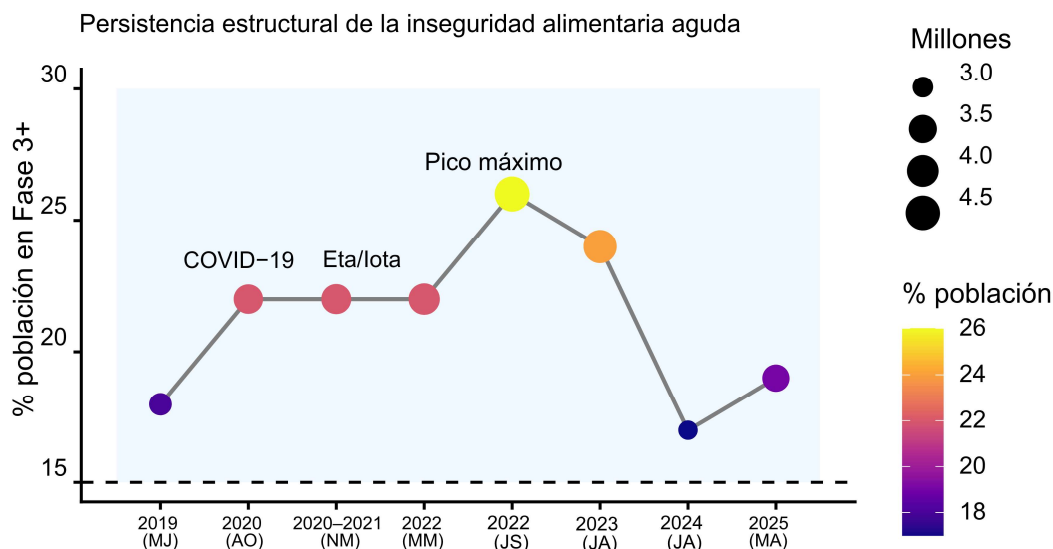
Fuente: elaboración propia con el software Qgis v.3.40.

Nota: Frecuencia de años secos por departamento, clasificada en baja ( $\leq 3$ ), media (4–6), alta (7–9) y muy alta ( $\geq 10$ ). Los años secos se definieron con base en umbrales de precipitación anual por debajo de la media histórica (1970–2024).

#### *Crisis alimentaria recurrente: CIF crónica y aguda (2018–2026)*

En la CIF crónica de 2018, cinco departamentos (Totonicapán, Huehuetenango, Chiquimula, Alta Verapaz y Quiché) fueron clasificados como poseedores de una inseguridad alimentaria crónica muy alta (nivel 4), trece en alta (nivel 3) y únicamente cuatro en

moderada (nivel 2). La vulnerabilidad estructural en relación a la alimentación ya era crítica antes de las crisis más recientes. En la CIF aguda 2019-2026, el porcentaje de la población en Fase 3+ (crisis + emergencia) nunca cae por debajo del 15 % de la población total del país y llega a alcanzar un máximo del 26 % (Figura, 5).



**Figura 5.** Crisis alimentaria recurrente en Guatemala (CIF Fase 3+).

Fuente: elaboración propia con el lenguaje de programación R-Core Team.

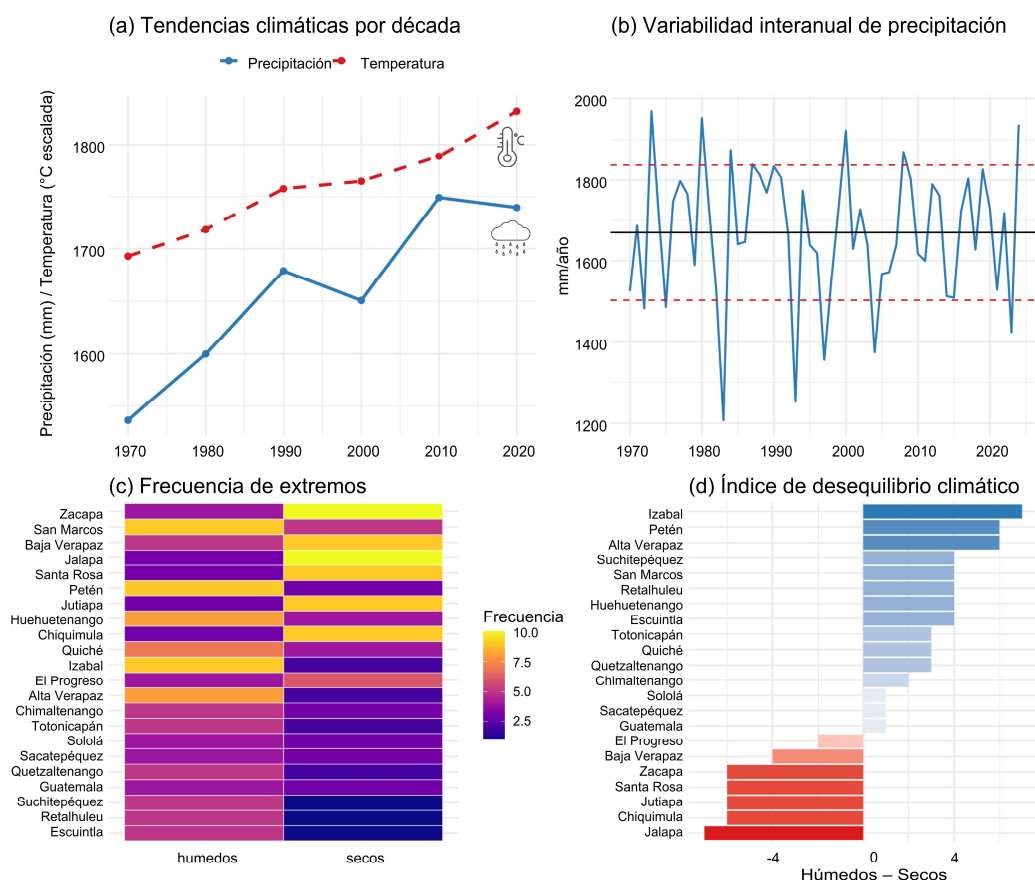
Nota: MJ: marzo y Junio; MM: marzo-mayo; JS: junio-septiembre; JA: junio-agosto; MA: mayo-agosto. Para 2024 y 2025 (aproximadamente del 15 al 16 %), la proyección para 2025-2026 vuelve a colocar a cerca de tres millones de personas (16 %) en la Fase 3+, indicaría que estamos frente a una crisis alimentaria cíclica más que temporal

Para el periodo 2019-2026, se ha detectado la coincidencia entre la variabilidad climática y los cambios en la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) en Guatemala. Se relacionan las anomalías en la temperatura, que son más altas que el promedio histórico, así como las anomalías pluviométricas extremas, con los aumentos en la Clasificación Integrada de Fases (CIF 3+), especialmente durante los años 2020, 2022 y 2023 (Figura, 6).

Se observa un efecto de rezago en el que la degradación progresiva de los medios de vida es provocada por la acumulación de impactos hídricos, desde las sequías hasta las inundaciones ocurridas entre 2018 y 2022. De este modo, los sucesos

transitorios se convierten en crisis alimentarias duraderas.

Algunos departamentos, como Chiquimula, Quiché, Alta Verapaz y Huehuetenango, tienen una convergencia crítica localizada geográficamente. Se ha detectado una relación entre las áreas con los índices más altos de pobreza rural y las zonas que tienen un forzante térmico mayor (tasas superiores a 0.50 °C/década). Esta superposición geográfica, que concentra la inseguridad alimentaria en zonas marcadas por la degradación biofísica y la dependencia de la agricultura de subsistencia, confirma que el cambio climático actúa como un factor estructural amplificador.



**Figura 6.** Variabilidad climática multidecenal y eventos extremos en Guatemala (1970–2023).

Fuente: elaboración propia con el lenguaje de programación R-Core Team.

Nota. (a) Tendencias decenales de precipitación (mm) y temperatura (°C, escalada). (b) Variabilidad interanual de la precipitación; la línea negra continua representa la media de largo plazo y las líneas rojas discontinuas indican  $\pm 1$  desviación estándar. (c) Frecuencia de eventos extremos húmedos y secos por departamento. (d) Índice de desequilibrio climático, expresado como la diferencia entre eventos húmedos y secos.

Por último, existe una correlación inversa y fuerte de Pearson ( $r = -0.82$ ) entre el porcentaje de inseguridad alimentaria moderada/severa (%INSA) y el volumen poblacional en crisis (IPC3+).

Aunque este fenómeno no debería de interpretarse como un avance de las condiciones generales, sino como una agudización y concentración de la crisis: a pesar de las oscilaciones en la base porcentual, el hambre se vuelve más grave en los hogares con menos recursos. Se ha institucionalizado una crisis aguda

persistente en el 15-26% de la población, como resultado de la sinergia entre choques socioeconómicos,

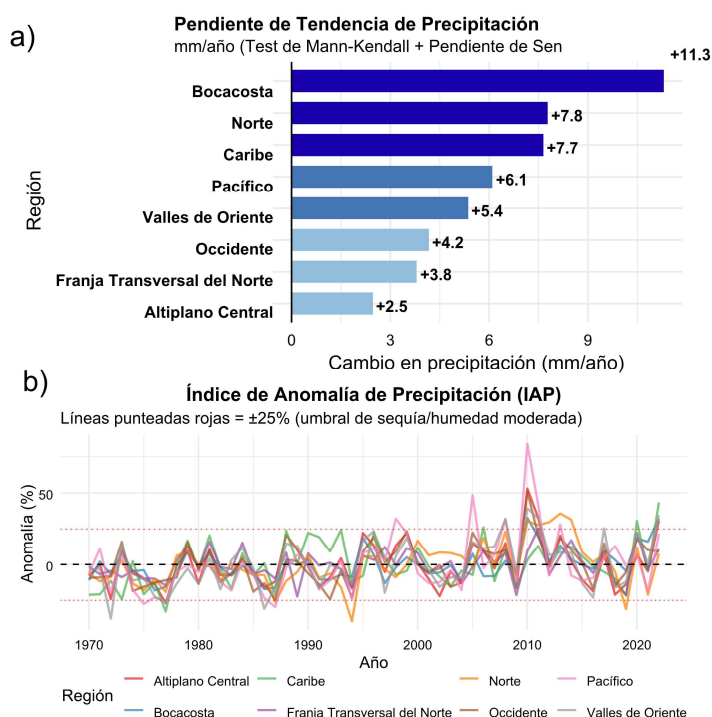
acontecimientos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) y un calentamiento nacional de 1.5-2.0 °C.

*Las anomalías de la precipitación pueden llevar a pérdidas económicas*

El Test de Mann-Kendall y la Pendiente de Theil-Sen muestran que las tendencias de precipitación anual por región en Guatemala entre 1970 y 2024, presentan pendientes positivas, con un rango de +2.5

mm/año en el Altiplano Central a +11.3 mm/año en Bocacosta. Las tres regiones costeras (Bocacosta, Norte y Caribe) concentran las tasas más elevadas (> +7.7 mm/año), mientras que las cinco regiones interiores (Altiplano Central, Occidente, Franja Transversal del Norte, Valles de

Oriente y Pacífico) dan valores inferiores a +6.1 mm/año. Para el Altiplano Central, donde se concentra la mayor producción de granos básicos de temporal, ocupa el último lugar con +2.5 mm/año, equivalente a +25.0 mm/década (Figura, 7).



**Figura 7.** La paradoja de la precipitación en Guatemala (1970–2024).

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ISIVUMEH Y CHIRPS.

Nota. (a) Tendencias de precipitación el Altiplano Central, es el más débil (+2.5 mm/año). (b) Índice de Anomalía de Precipitación (IAP). Las anomalías negativas en 2018–2019 explica el colapso de cultivos básicos.

A nivel espacial, los eventos extremos observados en 2010, 2015, 2018, 2019 y 2023 coinciden con fases intensas del ENOS (El Niño Oscilación del Sur), mientras que los años de 1987, 1994, 2001 y 2012, corresponden a condiciones neutrales. La tendencia de largo plazo indica que las regiones con mayor aumento de precipitación tienden a presentar menor variabilidad interanual. El Altiplano Central muestra la combinación

más desfavorable para Guatemala: una tendencia mínima de incremento (+2.5 mm/año), con variaciones máximas en la precipitación (desviación estándar = 18.7%) y el mayor número de sequías, representando un 10.9% de los años con  $IAP < -25\%$  (Figura 7).

Se recalca que el aumento en la precipitación no se distribuye de manera uniforme en todo el país. Del excedente total de lluvia observado, el 75% se

concentra en las regiones costeras, mientras que el Altiplano Central, que es de las principales zonas agrícolas, registra el incremento más bajo. Además, los eventos climáticos extremos no ocurren con la misma frecuencia. Esto indica que en las regiones de importancia para la producción agrícola experimentan incrementos mucho menores de precipitación y permanecen expuestas a períodos de déficit hídrico.

#### *Tendencias de producción agrícola*

Se presentan datos de producción agrícola obtenidos por medio de FAOSTAT para los sistemas de cultivo guatemaltecos durante el período 2010–2024 (Figura 8).

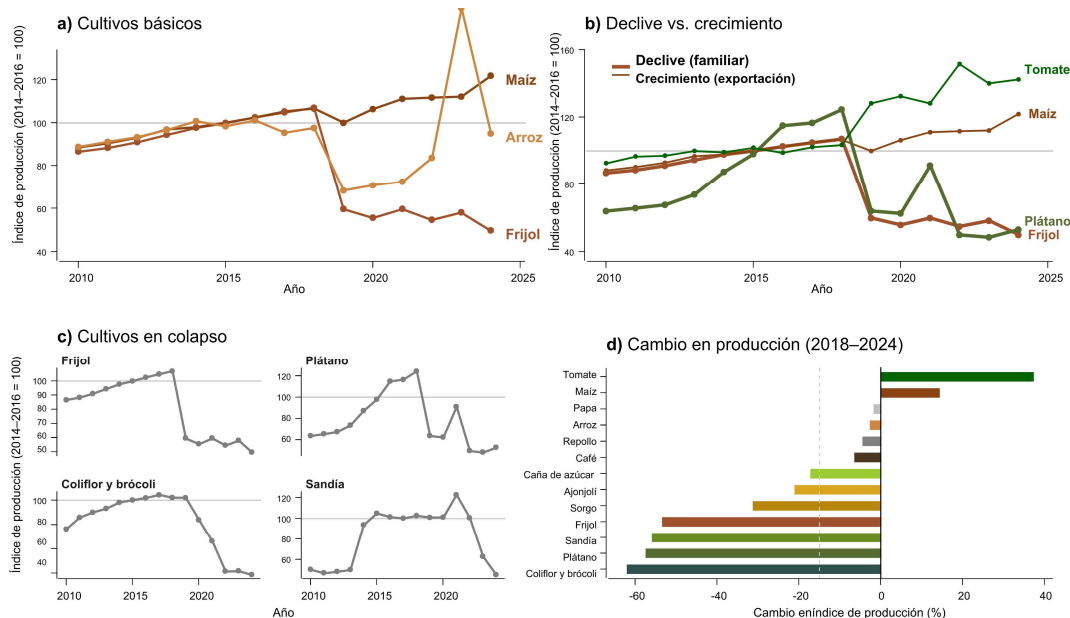
Se han separado en denominaciones por ejemplo aquellos que se pueden denominar como cultivos de subsistencias: frijol (*Phaseolus vulgaris*) y plátano (*Musa paradisiaca*) han reportado un descenso post-2018, con índices de producción de 49.71 y 52.87 respectivamente en 2024, equivalentes a una pérdida del 50.3% y 47.1% respecto al promedio de referencia (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2025).

El patrón coincide y se vuelve interesante cuando observamos que coincide con los años secos identificados en el análisis de temperaturas (2018, 2019, 2023) además

concuerda con los picos de inseguridad alimentaria aguda documentados (Figura 8, inciso b).

Por otro lado, el maíz muestra mejores tasas de producción (+21.8% en 2024) mientras el frijol colapsa (–50.3%). Esto tiene que ver con la política del cultivo: el maíz es prioritario para seguridad alimentaria nacional (70% de ingesta calórica rural), mientras que el frijol ha recibido menos protección institucional.

Los cultivos de frijol, plátano, brócoli y sandía post-2018 han ido en caída, pero se observa que puede estar asociado al fenómeno de El Niño 2015–2016 que se puede observar con los picos de producción en la Figura 8, inciso c y d. Es necesario sumarle la secuencia de choques 2018–2019 (nuevo déficit hídrico + crisis de fertilizantes + inicio de pandemia) pudo agotar reservas y activos. Los hallazgos muestran que la variación de las condiciones climáticas en Guatemala no actúa solo, sino que interactúa como potenciador ante la necesidad de políticas agrícolas, estructuras de mercado y desigualdades de acceso para producir (resiliencia). Los cultivos protegidos (maíz, tomate) resisten; los cultivos expuestos (frijol, plátano, brócoli) colapsan. Esto podría ser el mecanismo mediante el cual el clima se convierte en factor estructural del hambre (Figura 8).



**Figura 8.** Diferencia estructural en la producción agrícola de Guatemala para 2010–2024.

Fuente: elaboración propia con datos de FAOSTAT (FAO, 2025).

Nota. (a) Cultivos básicos: el maíz (+21.8% en 2024), mientras que el frijol disminuye (–50.3%) y el arroz es más volátil (pico de 153.3 en 2023). (b) Contraste estructural: cultivos de agricultura familiar (frijol, plátano) en declive frente a cultivos de exportación (tomate). (c) Cultivos que han ido en colapsos post-2018: alcanzan máximos en 2016–2018 y nunca recuperan. (d) Cambio porcentual 2018–2024.

## DISCUSIÓN

### *Cambio climático observado y amplificación de extremos*

Desde 1970, las temperaturas han ido en incremento. La cantidad de años que se consideran secos ( $Z \leq -1$ ) ha aumentado, sobre todo después del año 2000. Pero no en todos los lugares, las zonas donde se da la mayor producción agrícola han sido mayormente afectada por efectos de calor, lo que implicaría problemas de aridización, pérdida de suelo por meteorización hídrica.

Estas tendencias son parecidas a las de otras indagaciones que han indicado a Mesoamérica como una región clave para la aparición de la aridización climática, la cual está relacionada con el calentamiento atmosférico y con un incremento en la intensidad del ciclo hidrológico (IPCC,

2022; Bosilovich et al., 2020; Ochoa-Orozco et al., 2022).

Las precipitaciones cambiantes (heterogéneas) a nivel anual para Guatemala coincide con el modelo regional del Corredor Seco Centroamericano, donde se han reportado caídas acumulativas entre el -10 y el -20% desde mediados del siglo XX (Imbach et al., 2018).

Esta evidencia, junto con el incremento de las temperaturas máximas, coincide con pronósticos que anticipan un cambio hacia climas más cálidos y secos en circunstancias de  $>1.5^\circ\text{C}$  (Diffenbaugh y Giorgi, 2012; Ochoa-Orozco et al., 2026). Esto sitúa a Guatemala en un contexto de riesgo agroclimático en aumento y hace que los hallazgos de este estudio sean muy valiosos desde una perspectiva técnica.

*ENOS (El Niño Oscilación del Sur) como modulador primario de variabilidad pluviométrica*

La mayoría de los años secos que se han detectado suceden durante o justo después de los eventos de El Niño, mientras que la mayoría de los años húmedos corresponden con La Niña. Esto es coherente con las teleconexiones que se han informado para México, América Central y los Andes tropicales (Cai et al., 2020). La correlación encontrada apoya los estudios que asocian la anomalía Marina - Niño 3.4 con una disminución de las precipitaciones en Guatemala, especialmente durante la época de la canícula (Magaña et al., 2003; Funk et al., 2019).

El descubrimiento de que la frecuencia de los sucesos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) intensos se incrementa tras el año 2000 concuerda con pruebas que sugieren una recurrencia más alta de "super El Niño" asociada al calentamiento del océano (Cai et al., 2014; Timmermann et al., 2018). En este escenario, Guatemala no solo sufre las consecuencias globales de El Niño, sino que se ve afectada por una sensibilidad climática excesiva a causa de su dependencia de la lluvia para los cultivos agrícolas de secano (FAO, 2023; Wheeler y Von- Braun, 2013).

*Sinergias entre cambio climático e inseguridad alimentaria*

La evaluación de la base SAN 2018-2026 demuestra que, al poco tiempo de los sucesos secos ENOS-El Niño, se producen picos de inseguridad alimentaria severa y desnutrición aguda. Este hallazgo concuerda con las evaluaciones integradas pilotos realizadas en Guatemala, El Salvador y Honduras (IPC, 2025; World Food Programme [WFP], 2023). La vulnerabilidad alimentaria en Guatemala es muy sensible al clima, como se ha informado para contextos agrícolas que dependen de la lluvia (Gregory et al.,

2005; Myers et al., 2017), lo cual es confirmado por la coincidencia temporal entre los deterioros nutricionales y el déficit hídrico.

En concreto, las alteraciones en las tendencias de la precipitación tienen un impacto negativo en los cultivos de frijol y maíz (la base económica y alimentaria del altiplano y el oriente), cuya productividad puede reducirse hasta un 60 % durante los años severos de El Niño. Esto conlleva una mayor dependencia de las importaciones y un aumento del riesgo sanitario debido al déficit energético proteico (Foley et al., 2011; SESAN, 2024). De este modo, los hallazgos empíricos indican que el clima no solo incide en la disponibilidad de comida, sino que también se desempeña como un desencadenante sistemático de crisis nutricionales que ocurren con frecuencia.

*Limitantes estructurales: uso del suelo, degradación y gobernanza*

Los resultados demuestran que la sequía no actúa en un vacío biofísico, sino que amplifica vulnerabilidades derivadas del uso del suelo. Guatemala pierde más de 150 millones de toneladas de suelo cada año, reduciendo drásticamente la infiltración y la recarga hídrica, y exacerbando el déficit agrícola durante sequías (MARN, 2023; FAO, 2023). Estas pérdidas se concentran en laderas del altiplano occidental y el oriente, donde la pendiente, deforestación y pequeños minifundios se combinan con la ausencia de manejo conservacionista.

La degradación edáfica reduce la capacidad del sistema agroalimentario de amortiguar shocks climáticos, confirmando la hipótesis de que el agua y el suelo son la principal limitante de producción, más que la lluvia en sí (Schmidhuber y Tubiello, 2007). Sin embargo, la gobernanza hídrica en Guatemala continúa fragmentada: ausencia de una ley de aguas, más de 20 instituciones sin mando único, y baja transparencia fiscal, factores identificados

como “drivers políticos de vulnerabilidad climática” (Germanwatch, 2021; Transparency International, 2024). El presente análisis sugiere que, sin reformas institucionales sustantivas, la resiliencia climática seguirá estancada.

*La crisis de la producción agrícola: una breve perspectiva.*

Se observa que el país registra más lluvia que hace cincuenta años, pero no en todas las áreas. En el Altiplano Central (donde se siembra el 60% del maíz y frijol de temporal) tiene el aumento más débil (+2.5 mm/año). Imbach et al. (2018), ya habían proyectado este patrón para Centroamérica: las costas se humedecen mientras los altiplanos sufren sequías de verano más largas e intensas. Ochoa-Orozco et al. (2022), lo había confirmado para Guatemala: la canícula se extendió de 15 a 25 días en el Altiplano entre 1980 y 2020, reduciendo la ventana de crecimiento efectivo para los cultivos de subsistencia.

El problema de las precipitaciones es que no caen de manera uniforme caen en eventos extremos, separados por sequías. Para el pico de 2010 (seis regiones por encima de +25%) coincidió con La Niña. En 2018–2019 bajaron las precipitaciones en cinco regiones bajo –25% que coincidió con El Niño. Magaña et al. (2003), documentaron esta teleconexión hace dos décadas: El Niño reduce la lluvia del Altiplano y Pacífico en un 30 - 50% durante la canícula. El problema no es que llueva menos en promedio, es que cuando más se necesita (julio, agosto, septiembre) la lluvia puede faltar.

Si observamos en el análisis de los datos de FAOSTAT, el frijol cayó del 107.2 en 2017 al 49.7 en 2024. El plátano del 124.5 al 52.9. No fue un mal año: fue el segundo golpe. El primero, 2015–2016, agotó reservas. El segundo, 2018–2019, pudo afectar la producción. Alpizar et al. (2020), encontraron similitudes en 439 hogares de Guatemala y Honduras: los productores que enfrentan sequías repetidas venden

primero el ganado menor, luego los bueyes de labranza, luego la tierra. Después no hay vuelta atrás. La FAO lo documentó en Jalapa 2019: tuvo que distribuir semillas de frijol porque los productores ya no tenían reservas propias. Por otro lado, La producción de tomate creció (+42.4%) porque existe mucha inversión privada para la exportación: invernaderos, riego, seguros, contratos de exportación. El frijol y el plátano se quedaron en el Altiplano, con +2.5 mm/año de tendencia de precipitaciones, 18.7% de variabilidad, y diez años con sequía en cincuenta. El clima afecto, pero no es del todo la clave, al no existir políticas de protección a estos cultivos pasan a pérdidas. El IPCC (2022), proyecta que esto empeora: rendimientos de frijol –19%, maíz –4 a –21%, arroz –23% para 2050. Pero las cifras ocultan la geografía. La lluvia no faltará en Guatemala. Faltan políticas e iniciativas, en zonas rurales donde se siembra sin riego, donde la canícula cada año dura más y no existe inversión ni cooperación.

*Hacia una transición adaptativa: de respuesta reactiva a resiliencia sistémica*

Los resultados de la investigación apoyan el acuerdo de que las acciones reactivas (como proporcionar alimentos, transferencias de asistencia o adquirir granos importados) disminuyen los daños, pero no logran impedir que se repitan (Vermeulen et al., 2012; Myers et al., 2017). Guatemala requiere adoptar un modelo de adaptación anticipatoria, que consiste en sistemas de alerta, activación paramétrica y la protección de los medios de vida, según muestran las evidencias climáticas y SAN.

Experiencias comparativas muestran que escalas subnacionales pueden financiar resiliencia hídrica mediante fondos por cuenca, pagos por servicios ecosistémicos, y reorientación de remesas hacia infraestructura climática local, un mecanismo probado en contextos rurales de América Latina (Funk et al., 2019; FAO,

2023). Este estudio confirma que la producción agrícola de secano continuará bajo estrés creciente, pero también que las oportunidades de adaptación existen donde convergen manejo de agua, restauración de suelos y políticas basadas en datos científicos. En consecuencia, planteamos que el país se encuentra frente a una encrucijada: continuar gestionando crisis o construir autonomía resiliente.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos mostraron que Guatemala ha atravesado un proceso sostenido de calentamiento, con variaciones en la precipitación, lo cual ha hecho que los

fenómenos climáticos extremos sean más frecuentes e intensos. Estas condiciones no funcionan de forma independiente, sino que se relacionan con elementos estructurales como la dependencia de la agricultura estacional, la pobreza rural y la degradación del suelo, que incrementa la fragilidad de los sistemas alimentarios.

Se observa que las sequías ligadas a eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur) y otras anomalías climáticas tienen una correlación en las áreas de mayor producción agrícola de granos básicos donde la población rural vive en condiciones de crisis alimentaria, lo cual crea efectos acumulativos que extienden el deterioro de los medios de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar, F., Saborio-Rodriguez, M., Martinez-Rodriguez, M.-R., Viguera, B., Vignola, R., Capitán, T., Harvey, C., y Ley, D. (2020). Determinants of food insecurity among smallholder farmer households in Central America: Recurrent versus extreme weather-driven events. *Regional Environmental Change*, 20(2), Artículo 32. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01592-y>
- Bosilovich, M. G., Robertson, F. R., y Stackhouse, P. W. (2020). El Niño–Related tropical land surface water and energy response in MERRA-2. *Journal of Climate*, 33(4), 1155–1176. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0231.1>
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., Van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M. J., Wu, L., England, M. H., Wang, G., Guilyardi, E., y Jin, F.-F. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4(2), 111–116. <https://doi.org/10.1038/nclimate2100>
- Cai, W., Wu, L., Lengaigne, M., et al. (2023). Unravelling ENSO complexity. *Nature Geoscience*, 16(2), 105. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01134-1>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2024). EM-DAT: The International Disaster Database. Université catholique de Louvain. <https://www.emdat.be>
- Diffenbaugh, N. S., y Giorgi, F. (2012). Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic Change*, 114, 813–822. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0570-x>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, y WHO. (2024). The state of food security and nutrition in the world 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc9523en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). *La agricultura familiar en Centroamérica: retos y políticas ante el cambio climático*. Banco de Desarrollo de América Latina <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1734667/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). *Índices de producción: FAOSTAT base de datos estadística Guatemala 2018-2024*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>

Foley, J., Ramankutty, N., Brauman, K. et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342 (2011). <https://doi.org/10.1038/nature10452>

Funk, C., Shukla, S., Thiaw, W. M., Rowland, J., Hoell, A., McNally, A., Husak, G., Novella, N., Budde, M., Peters-Lidard, C., Adoum, A., Galu, G., Korecha, D., Magadzire, T., Rodriguez, M., Robjhon, M., Bekele, E., Arsenault, K., Peterson, P., ... Verdin, J. (2019). Recognizing the Famine Early Warning Systems Network: Over 30 years of drought early warning science advances and partnerships promoting global food security. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(6), 1011–1027. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0233.1>

Germanwatch (2021). *Global Climate Risk Index 2021*. Germanwatch e.V. <https://www.germanwatch.org/en/cri>

Gregory, P. J., Ingram, J. S. I., y Brklacich, M. (2005). Climate change and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), Article 2139–2148. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1745>

Imbach, P., Chou, S. C., Lyra, A., Rodrigues, D., Rodriguez, D., Latinovic, D., Siqueira, G., Silva, A., y Garofolo, L. (2018). Future climate change scenarios in Central America at high spatial resolution. *PLOS ONE*, 13(4), Article e0193570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193570>

IPC Technical Working Group. (2025). *Guatemala: Acute food insecurity projection update, Integrated Food Security Phase Classification*, FAO, WFP & SESAN. <https://www.ipcinfo.org/>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

Imbach, P., Chou, S. C., Lyra, A., Rodrigues, D., Rodriguez, D., Latinovic, D., Siqueira, G., Silva, A., y Garofolo, L. (2018). Future climate change scenarios in Central America at high spatial resolution. *PLOS ONE*, 13(4), Article e0193570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193570>

Lobell, D. B., Schlenker, W., y Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616–620. <https://doi.org/10.1126/science.1204531>

Magaña, V. O., Vázquez, J. L., Pérez, J. L., Y Pérez, J. B. (2003). Impact of El Niño on precipitation in Mexico. *Geofísica Internacional*, 42(3), 313–330.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Gobierno de Guatemala y PNUD. [https://www.marn.gob.gt/wpfd\\_file/tercera-comunicacion-nacional-sobre-cambio-climatico-2/](https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/tercera-comunicacion-nacional-sobre-cambio-climatico-2/)

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y Instituto Nacional de Estadística. (2015). Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014–2015. MSPAS y INE. <https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/2788/related-materials>

Myers, S. S., Smith, M. R., Guth, S., Golden, C. D., Vaitla, B., Mueller, N. D., Dangour, A. D., y Huybers, P. (2017). Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. *Annual Review of Public Health*, 38, 259–277. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>

Ochoa-Orozco, W. A., Araque-Pérez, J. J., y Barrios Garrido, G. E. (2026). Riesgo climático-sanitario en Guatemala: tendencias térmicas extremas y su correlación con el dengue, IRAs y ETAs. *Wani*, (84). Article e22333 <https://doi.org/10.5377/wani.v1i84.22333>

Ochoa-Orozco, W., Rivera, P., y Herrera, E. (2022). Comportamiento meteorológico durante la sequía de medio verano en Guatemala. *Ciencia, Tecnología Y Salud*, 9(2), 150–165. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v9i2.1284>

Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B., y Travasso, M. I. (2014). *Food security and food production systems*. In C. B. Field et al. (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap7\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap7_FINAL.pdf)

Ropelewski, C. F., y Halpert, M. S. (1987). Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115(8), Article 1606-1626. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1987\)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1987)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2)

Schmidhuber, J., y Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>

Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (2024). *Situación de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Guatemala*. Gobierno de Guatemala. <https://www.sesan.gob.gt>

Transparency International (2024). *Corruption Perceptions Index*. <https://www.transparency.org/en/cpi>

Ulate-Chacón, E. (2025). Riesgos del cambio climático para la seguridad alimentaria en América Central y República Dominicana. *Revista de Ciencias Jurídicas, (Edición Especial: Bioderecho)*, 1–21. <https://doi.org/10.15517/9mwc4w56>

Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 195–222. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>

World Food Programme. (2023). *Food security monitoring – Central America*. <https://www.wfp.org/>

---

Wheeler, T., & Von-Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508–513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>