

Evolución histórica de los impactos y patrones territoriales de vulnerabilidad asociados a eventos El Niño en Bolivia (1982–2024)

Historical evolution of impacts and territorial vulnerability patterns associated with El Niño events in Bolivia (1982–2024)

J.C. Torrico-Albino, Luna C.L., Marka L.G., Torrico C.A., Beltrán I.E. y Chávez C.H.

Observatorio de Cambio Climático Bolivia – OCC Bolivia

www.occbolivia.com | Contacto: torrico@web.de

Resumen

El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) es una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual que afectan a Bolivia. Aunque sus impactos han sido ampliamente documentados, la evidencia nacional permanece fragmentada por evento, sector y territorio. Este estudio analiza la evolución histórica de las amenazas climáticas, los sistemas afectados y los patrones territoriales de vulnerabilidad documentados durante los principales eventos de la fase cálida del ENSO (El Niño) ocurridos en Bolivia entre 1982 y 2024. Se realizó una revisión documental estructurada y se construyó una base integrada de 346 registros provenientes de 25 fuentes principales, con información climática, ambiental, productiva, social y territorial correspondiente a los eventos de 1982–1983, 1997–1998, 2015–2016 y 2023–2024. La síntesis comparativa muestra que las sequías constituyen la amenaza más persistente, mientras que los incendios forestales y las olas de calor adquieren mayor presencia en la documentación reciente. Asimismo, se observa una transición desde impactos predominantemente agropecuarios e hídricos hacia impactos ecosistémicos y territoriales, especialmente en la Amazonía y los Llanos Orientales. Los patrones difieren entre macrorregiones y sustentan una tipología territorial de vulnerabilidad. Dadas las diferencias en cobertura, calidad y comparabilidad de las fuentes, los resultados deben interpretarse como tendencias documentales de largo plazo y no como estimaciones causales o estadísticas exhaustivas. La evidencia obtenida aporta una base para orientar la adaptación, la gestión del riesgo y la planificación territorial en Bolivia.

Palabras clave: ENSO; El Niño; vulnerabilidad climática; adaptación al cambio climático; incendios forestales; Bolivia; gestión del riesgo; planificación territorial.

Abstract

The El Niño–Southern Oscillation (ENSO) is one of the main sources of interannual climate variability affecting Bolivia. Although its impacts have been widely documented, national evidence remains fragmented across events, sectors, and territories. This study analyzes the historical evolution of climate hazards, affected systems, and territorial vulnerability patterns documented during major events of the warm phase of ENSO (El Niño) in Bolivia between 1982 and 2024. A structured documentary review was conducted, and an integrated database comprising 346 records from 25 main sources was developed, incorporating climatic, environmental, productive, social, and territorial information for the 1982–1983, 1997–1998, 2015–2016, and 2023–2024 events. The comparative synthesis shows that droughts constitute the most persistent hazard, while wildfires and heatwaves have gained greater prominence in recent documentation. A transition is also observed from predominantly agricultural and water-related impacts toward increasingly ecosystem and territorial impacts, particularly in the Amazon and Eastern Plains. Patterns differ across macroregions and support a territorial typology of vulnerability. Given differences in the coverage, quality, and comparability of the sources, the results should be interpreted as long-term documentary trends rather than causal estimates or exhaustive statistical assessments. The evidence provides a basis for informing adaptation, risk management, and territorial planning in Bolivia.

Keywords: ENSO; El Niño; climate vulnerability; climate change adaptation; forest fires; Bolivia; disaster risk management; territorial planning.

1 Introducción

El fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) constituye una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual a escala global y ejerce una influencia significativa sobre los patrones de precipitación, temperatura, circulación atmosférica y ocurrencia de eventos extremos en numerosas regiones del planeta (McPhaden et al., 2020; IPCC, 2023). Los eventos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña) modifican los sistemas climáticos regionales y generan impactos sobre recursos hídricos, agricultura, ecosistemas, infraestructura, salud y economía, afectando de manera diferenciada a países y territorios según sus condiciones de exposición y vulnerabilidad (WMO, 2021; UNDRR, 2022).

En América del Sur, ENSO ha sido asociado históricamente con sequías, inundaciones, incendios forestales, alteraciones hidrológicas y pérdidas económicas de gran magnitud (Cai et al., 2021; IPCC, 2023). Durante las últimas décadas, diversos estudios han evidenciado que los impactos de ENSO interactúan cada vez más con procesos de cambio climático, degradación ambiental, cambios de uso del suelo y expansión de actividades productivas, amplificando los riesgos asociados a eventos extremos (Aragão et al., 2018; Lovejoy & Nobre, 2018; Brando et al., 2020; Gatti et al., 2021). Particularmente en la Amazonía, las sequías asociadas a eventos ENSO intensos han mostrado una creciente capacidad para desencadenar incendios forestales, pérdida de biodiversidad, alteraciones hidrológicas y emisiones significativas de carbono, configurando nuevos escenarios de vulnerabilidad climática regional (Aragão et al., 2018; Gatti et al., 2021; IPCC, 2023).

Bolivia constituye un caso particularmente relevante para el estudio de los impactos asociados al fenómeno ENSO debido a su marcada heterogeneidad fisiográfica, climática y socioecológica. La coexistencia de ecosistemas altoandinos, valles, bosques amazónicos, sabanas inundables y ecosistemas secos chaqueños genera respuestas diferenciadas frente a ENSO, configurando múltiples patrones de amenaza e impacto. Los principales eventos ENSO ocurridos desde la década de 1980 han provocado pérdidas significativas en la agricultura, la ganadería, los recursos hídricos, los bosques, la biodiversidad y la infraestructura, afectando tanto a poblaciones urbanas como rurales (CEPAL, 1999; CAF, 2000; Canedo-Rosso et al., 2021). Asimismo, los eventos recientes han evidenciado una creciente interacción entre variabilidad climática, incendios forestales, degradación ambiental y afectación de territorios indígenas, particularmente en las regiones amazónicas y de los Llanos Orientales.

A pesar de la importancia de estos eventos, la mayor parte de la literatura disponible sobre ENSO en Bolivia se ha concentrado en el análisis de eventos específicos, sectores particulares o regiones determinadas. Existen numerosos estudios sobre sequías, inundaciones, incendios forestales, recursos hídricos o producción agropecuaria, pero aún son limitados los esfuerzos orientados a integrar estas evidencias en una perspectiva comparativa de largo plazo que permita comprender cómo han evolucionado las amenazas, los

impactos y la vulnerabilidad territorial frente a ENSO durante las últimas cuatro décadas. Como consecuencia, persisten vacíos importantes respecto a la evolución histórica de los sistemas afectados, la diferenciación territorial de amenazas y la emergencia de nuevas formas de vulnerabilidad asociadas a incendios forestales, degradación ecosistémica y afectación de territorios indígenas.

La identificación de estas tendencias resulta particularmente relevante en un contexto de creciente variabilidad climática, incremento de eventos extremos y fortalecimiento de los procesos nacionales de adaptación al cambio climático. Comprender la evolución de los impactos ENSO puede contribuir no solo a mejorar la gestión del riesgo climático, sino también a fortalecer la planificación territorial, la formulación de políticas de adaptación y la implementación de instrumentos climáticos nacionales vinculados a las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), los procesos de transparencia climática y los objetivos de resiliencia establecidos en los marcos internacionales de acción climática.

En este contexto, el objetivo del estudio es comparar las amenazas climáticas, los sistemas afectados y los patrones territoriales de vulnerabilidad documentados durante los eventos El Niño de 1982–1983, 1997–1998, 2015–2016 y 2023–2024 en Bolivia. El análisis examina: i) la evolución de los impactos registrados durante las últimas cuatro décadas; ii) su diferenciación entre macrorregiones; iii) los sistemas naturales, productivos y sociales con mayor afectación documentada; y iv) las implicaciones de estos patrones para la adaptación climática y la planificación territorial.

2 Metodología

2.1 Diseño del estudio

El estudio adopta un diseño de revisión documental estructurada y síntesis comparativa histórica. Se concentra exclusivamente en la fase cálida de ENSO (El Niño) y compara cuatro eventos mayores —1982–1983, 1997–1998, 2015–2016 y 2023–2024— seleccionados por su relevancia histórica y por la disponibilidad de evidencia nacional sobre impactos. La unidad de análisis fue el registro documental de una amenaza, afectación o condición de vulnerabilidad asociada temporalmente con uno de esos eventos en Bolivia.

2.2 Recopilación y sistematización de información

La información se recopiló entre enero y junio de 2026 a partir de artículos científicos revisados por pares, informes técnicos, evaluaciones de impacto, documentos institucionales y bases de datos ambientales. Se consideraron fuentes referidas a Bolivia que presentaran información identificable sobre amenazas climáticas, impactos o vulnerabilidad durante alguno de los cuatro eventos analizados.

La búsqueda documental comprendió literatura científica y gris. Las fuentes se examinaron por pertinencia temática, correspondencia temporal con los eventos seleccionados,

referencia territorial a Bolivia y disponibilidad de información verificable. Se excluyeron documentos sin procedencia identificable, sin relación temporal o territorial con el estudio, o que reprodujeran cifras sin permitir rastrear su fuente primaria. Cuando varias publicaciones reportaban el mismo dato, se priorizó la fuente original o institucional y las restantes se utilizaron para contrastación.

A partir de las fuentes seleccionadas se construyó una base histórica estructurada. Cada registro incluyó, cuando la fuente lo permitió, el evento, año o período, localización, macrorregión, amenaza climática, sistema afectado, indicador, magnitud reportada, unidad de medida, población o territorio de referencia y fuente. La base reunió 177 registros directamente asociados con los cuatro eventos y 169 registros complementarios utilizados para contextualizar procesos territoriales, ambientales e institucionales, para un total de 346 registros.

2.3 Codificación y síntesis comparativa

La información se organizó en tres niveles: amenazas climáticas, sistemas afectados y vulnerabilidad territorial. La intensidad relativa se interpretó como una escala ordinal de síntesis, no como una medición continua. Su asignación consideró conjuntamente la recurrencia en las fuentes, la severidad descrita, la extensión territorial y la convergencia entre documentos. Las categorías se emplearon para comparar patrones y no para estimar probabilidades, relaciones dosis-respuesta ni diferencias estadísticas entre eventos.

2.4 Comparabilidad y tratamiento de la incertidumbre

La comparación se realizó de forma descriptiva debido a la heterogeneidad de las fuentes, unidades, escalas espaciales y métodos de estimación. Los valores preliminares, los intervalos y los datos no directamente comparables se identificaron en tablas y notas. La mayor disponibilidad de registros para los eventos recientes se consideró una posible fuente de sesgo de observación; por ello, los cambios históricos se interpretaron como variaciones en los impactos documentados, sin atribuirlos exclusivamente a diferencias en la intensidad de ENSO.

Tabla 1. Resumen de la base de datos utilizada para el análisis de los impactos ENSO en Bolivia.

Componente analizado	Registros
Subtotal registros eventos ENSO	177
Registros complementarios	169
Total de registros analizados	346
Fuentes documentales principales	25
Eventos ENSO analizados	4

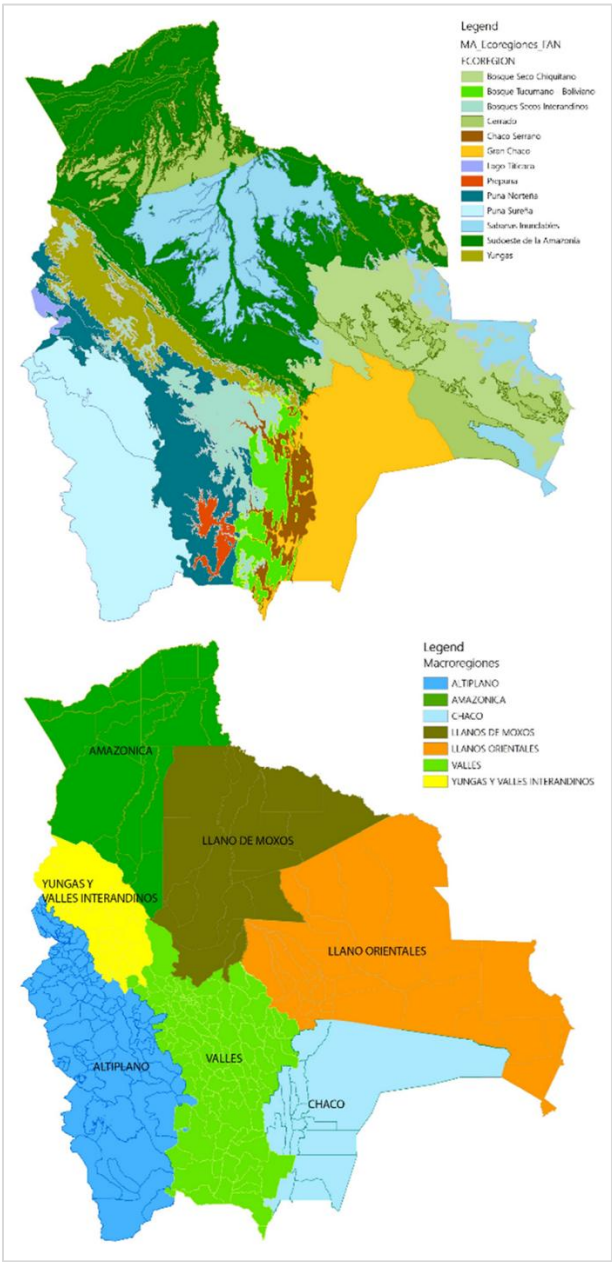
Nota: Registros ENSO 1982–1983 (28), 1997–1998 (38), 2015–2016(52) y 2023–2024 (59). **Fuente:** Elaboración propia.

2.5 Regionalización ecológica y territorial para el análisis de los impactos climáticos

Con el propósito de contextualizar espacialmente los impactos asociados a los eventos ENSO en Bolivia, se incorporaron dos

esquemas complementarios de regionalización territorial. El primero corresponde al mapa de ecorregiones de Bolivia elaborado por MapBiomias Bolivia (2026), que representa la diversidad de ecosistemas, paisajes y condiciones biofísicas presentes en el país. El segundo corresponde a la propuesta oficial de macrorregiones del Estado Plurinacional de Bolivia desarrollada por el Ministerio de Planificación del Desarrollo y Medio Ambiente (MPDyMA, 2026), la cual agrupa territorios con características ecológicas, socioeconómicas, productivas y funcionales similares. La utilización conjunta de ambas clasificaciones permitió interpretar los patrones espaciales de vulnerabilidad y respuesta climática observados en los distintos sectores analizados, facilitando una lectura territorial más integral de los efectos del fenómeno ENSO.

Figura 1. Regionalización ecológica y territorial para el análisis de los impactos climáticos



Nota: Superior ecorregiones de Bolivia, inferior macrorregiones territoriales. **Fuente:** Adaptado de MapBiomias Bolivia (2026) y MPDyMA (2026).

2.6 Sistema de clasificación y análisis

Con el propósito de mantener consistencia conceptual y evitar la superposición entre amenazas, impactos y vulnerabilidad, la información fue organizada en tres niveles analíticos: i) amenazas climáticas, ii) sistemas afectados y iii) vulnerabilidad territorial. Esta estructura permitió comparar los eventos ENSO en diferentes escalas espaciales y temporales, identificar tendencias históricas y construir tipologías de vulnerabilidad para las principales macrorregiones de Bolivia.

Tabla 2. Sistema de clasificación utilizado para el análisis de impactos ENSO en Bolivia

Nivel analítico	Categorías consideradas
Nivel 1. Amenazas climáticas	Sequías, inundaciones, heladas, olas de calor, incendios forestales, lluvias intensas y deslizamientos
Nivel 2. Sistemas afectados	Agricultura, ganadería, recursos hídricos, infraestructura, bosques, biodiversidad, salud pública, territorios indígenas y navegación fluvial
Nivel 3. Vulnerabilidad territorial	Hídrico-productiva, agrícola por déficit hídrico, geomorfológica, hidrológica, hídrico-territorial, productiva y ecosistémica, ecosistémica y territorial

Fuente: Elaboración propia.

2.7 Alcances y limitaciones

La principal fortaleza del estudio es la integración de evidencia científica, técnica e institucional en una base histórica de 346 registros. No obstante, la cobertura documental difiere entre eventos: los períodos recientes cuentan con mayor resolución espacial, diversidad sectorial y capacidad de monitoreo que los eventos antiguos. Además, algunas cifras provienen de estimaciones preliminares o de métodos no equivalentes; la coincidencia temporal con un evento El Niño no demuestra por sí sola una relación causal; y procesos como cambio de uso del suelo, crecimiento de la exposición, degradación ambiental y capacidad institucional pueden modificar los impactos. En consecuencia, los resultados representan una síntesis comparativa de la evidencia disponible y no una reconstrucción estadística exhaustiva ni una atribución causal de cada impacto a ENSO.

3 Resultados

3.1 Evolución histórica de los impactos ENSO en Bolivia

El análisis histórico evidencia que los impactos asociados a los eventos ENSO en Bolivia han experimentado una transformación significativa durante las últimas cuatro décadas. Mientras que los eventos de 1982–1983 y 1997–1998 estuvieron caracterizados principalmente por afectaciones agropecuarias, pérdidas productivas y alteraciones hidrológicas regionales, los eventos más recientes muestran una creciente complejidad territorial, sectorial y ecosistémica. En particular, los eventos de 2015–2016 y 2023–2024 registraron una expansión de los impactos hacia sistemas ambientales,

territorios indígenas, biodiversidad, infraestructura crítica y servicios ecosistémicos.

La comparación histórica de amenazas evidencia que las sequías constituyen la amenaza más persistente documentada durante todo el período analizado, mientras que los incendios forestales y las olas de calor adquieren una importancia creciente en los eventos recientes (Figura 2). La representación gráfica de estas tendencias muestra una disminución relativa de las inundaciones como amenaza dominante y un incremento muy marcado de los incendios forestales y las olas de calor, particularmente durante el evento 2023–2024.

Los indicadores recopilados muestran diferencias importantes entre eventos en población afectada, daños económicos, superficie agrícola comprometida e impactos ambientales (Tabla 3), aunque las cifras no siempre son directamente comparables. El evento de 1982–1983 destaca por una afectación estimada cercana al 25 % de la población nacional y pérdidas equivalentes a aproximadamente el 17 % del PIB del año previo (CAF, 2000). Para 2023–2024 se documentaron más de 10,7 millones de hectáreas quemadas y cerca de 1,1 millones de hectáreas de pérdida de cobertura arbórea. Estas magnitudes describen la escala de los impactos recientes, pero deben interpretarse considerando diferencias en fuentes, períodos de medición y cobertura.

3.2 Distribución territorial de amenazas climáticas asociadas a ENSO

Las amenazas climáticas asociadas a ENSO presentan una marcada diferenciación espacial entre las principales macrorregiones del país (Tabla 4). Las regiones del Altiplano y los Valles concentran predominantemente amenazas relacionadas con sequías y déficit hídrico, mientras que los Yungas muestran una mayor exposición a lluvias intensas y procesos de remoción en masa. Esta diferenciación territorial permite identificar configuraciones regionales de riesgo relativamente estables a lo largo del período analizado, aunque con una creciente intensificación de incendios forestales y olas de calor en las regiones bajas del país.

Por el contrario, la Amazonía, los Llanos Orientales y el Chaco evidencian una creciente importancia de incendios forestales, olas de calor y sequías prolongadas, configurando escenarios de riesgo climático significativamente distintos a los observados durante las décadas anteriores. Esta heterogeneidad espacial puede apreciarse de forma sintética en el perfil regional de amenazas presentado en la Figura 2.

Más allá de las diferencias de magnitud entre eventos, la evidencia sugiere una transformación progresiva de los impactos asociados a ENSO. Mientras los eventos de 1982–1983 y 1997–1998 estuvieron dominados por pérdidas económicas, afectaciones agropecuarias y daños a infraestructura, los eventos recientes muestran una creciente importancia de impactos ambientales y territoriales, especialmente incendios forestales, pérdida de cobertura boscosa y afectación de biodiversidad y comunidades

indígenas. Esta transición constituye uno de los cambios más significativos observados en la serie histórica analizada.

La degradación ambiental, la migración rural, la ocupación creciente de zonas expuestas a amenazas climáticas y las

limitaciones institucionales para la gestión del riesgo han incrementado progresivamente la vulnerabilidad de Bolivia frente a los eventos ENSO. Esta tendencia se refleja en la evolución de la población afectada y de los daños económicos asociados a los principales eventos analizados (Tabla 3).

Figura 2. Evolución de las amenazas climáticas predominantes asociadas a los eventos ENSO en Bolivia (1982–2024)

Amenaza climática	1982–83	1997–98	2015–16	2023–24	Tendencia
Sequías	■ ■ ■ ■ □	■ ■ ■ ■ □	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	↗
Inundaciones	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □	■ ■ □ □ □	■ ■ □ □ □	↘
Incendios forestales	■ □ □ □ □	■ □ □ □ □	■ ■ □ □ □	■ ■ ■ ■ ■	↗ ↗
Olas de calor	□ □ □ □ □	■ □ □ □ □	■ □ □ □ □	■ ■ ■ ■ □	↗ ↗
Heladas	■ ■ ■ □ □	■ ■ □ □ □	■ □ □ □ □	■ □ □ □ □	↘
Tormentas/eventos extremos	■ ■ □ □ □	■ ■ ■ □ □	■ ■ □ □ □	■ ■ □ □ □	↔

Nota: La intensidad relativa fue estimada a partir de la recurrencia, extensión territorial, severidad e importancia relativa de cada amenaza documentada para los eventos ENSO analizados. La escala corresponde a: ■ = muy baja, ■■ = baja, ■■■ = media, ■■■■ = alta y ■■■■■ = muy alta. Las flechas indican tendencias generales observadas entre eventos (↗ incremento, ↗ ↗ incremento fuerte, ↘ disminución y ↔ estabilidad relativa). Fuente: Elaboración propia con base en la revisión documental realizada

Tabla 3. Indicadores cuantitativos referenciales de los principales eventos ENSO en Bolivia (1982–2024)

Indicador clave	1982–83	1997–98	2015–16	2023–24
Personas afectadas	2.300.000	1.000.000–1.500.000 ⁽¹⁾	500.000	550.000–1.050.000 ⁽²⁾
Daños económicos (millones USD)	837	527	~500	1.000–2.500 ⁽³⁾
Familias afectadas	ND	200.000–375.000 ⁽¹⁾	125.000–132.000	100.000–250.000 ⁽²⁾
Municipios afectados	ND	80–150 ⁽¹⁾	131–172	50–100 ⁽²⁾
Hectáreas agrícolas afectadas	ND	150.000–400.000 ⁽⁴⁾	112.000–459.000	300.000–800.000 ⁽³⁾
Cabezas de ganado perdidas	ND	200.000–300.000 ⁽⁶⁾	22.633–277.000	50.000–300.000 ⁽³⁾
Área quemada (ha)	ND	12.749.475 (1999; referencia contextual)	5.012.230	10.771.550
Cobertura arbórea perdida (ha)	ND	ND	678.195	1.100.000

Nota: ND = No se identificaron datos comparables o consolidados. (1), (2), (3), (4) y (6) corresponden a estimaciones preliminares. Estos valores deben interpretarse como aproximaciones referenciales sujetas a verificación. (5) Corresponde a 12.749.475 ha quemadas entre agosto y septiembre de 1999, reportadas por BOLFOR (2000) y posteriormente citadas por FAO, FAN y WCS; el dato se incorpora como referencia histórica asociada al período posterior al ENSO 1997–1998. **Fuente:** Elaboración propia con base en la revisión documental realizada.

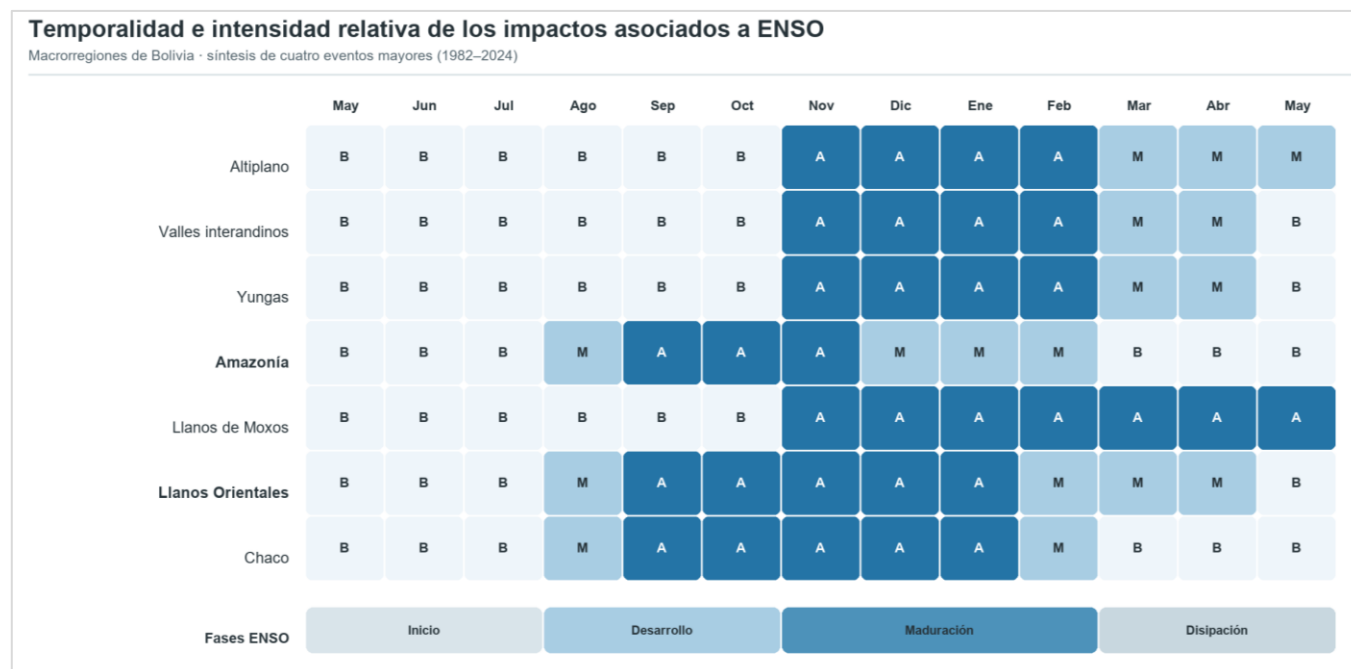
Tabla 4. Principales amenazas climáticas asociadas a los eventos ENSO por macrorregión de Bolivia (1982–2024)

Macrorregión	Amenazas climáticas predominantes	Evidencia observada en los eventos analizados	Tendencia observada
Altiplano	Sequías y heladas	Recurrencia de sequías severas en los cuatro eventos ENSO analizados, acompañadas por episodios de heladas que afectan la producción agropecuaria y la disponibilidad de agua	Persistente
Valles	Sequías	Déficits recurrentes de precipitación, reducción de humedad del suelo y afectación agrícola durante los principales eventos ENSO cálidos	Persistente
Yungas	Lluvias intensas y deslizamientos	Eventos localizados de precipitación intensa que generan inestabilidad de laderas, interrupción de caminos y afectación de asentamientos	Moderadamente creciente
Amazonía	Sequías, incendios forestales y olas de calor	Incremento progresivo de sequías, incendios de gran magnitud y temperaturas extremas, especialmente durante los eventos 2015–2016 y 2023–2024	Muy creciente
Llanos de Moxos	Inundaciones	Inundaciones recurrentes asociadas a excesos de precipitación, desbordes de ríos y expansión temporal de áreas inundadas	Persistente
Llanos Orientales	Inundaciones, incendios forestales y olas de calor	Alternancia de inundaciones y sequías, acompañada por una expansión acelerada de incendios forestales y eventos de calor extremo en los eventos recientes	Muy creciente

Macrorregión	Amenazas climáticas predominantes	Evidencia observada en los eventos analizados	Tendencia observada
Chaco	Sequías y olas de calor	Persistencia de períodos secos prolongados, déficit hídrico y altas temperaturas durante los principales eventos ENSO cálidos	Creciente

Nota: Se incluyen únicamente amenazas climáticas primarias identificadas durante los eventos ENSO analizados. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 3. Temporalidad e intensidad relativa de los impactos asociados a ENSO en las macrorregiones de Bolivia



Nota: La intensidad relativa se presenta mediante una escala ordinal: B = baja, M = moderada y A = alta. Las fases corresponden a la evolución típica observada en eventos El Niño. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3 evidencia que los impactos asociados a ENSO presentan una marcada diferenciación temporal entre las macrorregiones de Bolivia. Mientras que la Amazonía, los Llanos Orientales y el Chaco muestran una intensificación temprana de los impactos durante la fase de desarrollo del fenómeno (agosto–octubre), coincidiendo con el incremento de incendios forestales, olas de calor y condiciones de sequía, el Altiplano y los Valles alcanzan sus mayores niveles de afectación durante la fase de maduración (noviembre–febrero), cuando las anomalías de precipitación afectan la campaña agrícola principal y la disponibilidad de recursos hídricos. Por su parte, los Llanos de Moxos presentan una respuesta más tardía, concentrando los mayores impactos durante la transición hacia la fase de disipación, asociada principalmente a procesos de inundación. Estos patrones sugieren que los riesgos derivados de ENSO no solo presentan diferencias espaciales entre regiones, sino también diferencias temporales significativas, lo que refuerza la necesidad de diseñar sistemas de monitoreo, alerta temprana y respuesta adaptativa diferenciados según las características ecológicas, climáticas y productivas de cada macrorregión.

3.3 Sistemas afectados por los eventos ENSO

Los sistemas afectados por ENSO presentan una distribución territorial diferenciada que refleja tanto las características biofísicas de cada macrorregión como las actividades económicas predominantes (Tabla 5). En términos generales, la agricultura, la ganadería y los recursos hídricos constituyen los sistemas históricamente más afectados; sin embargo, durante los eventos recientes se observa una expansión de los impactos hacia bosques, biodiversidad, infraestructura y territorios indígenas.

La Figura 4 permite visualizar estas diferencias regionales. Mientras que el Altiplano y los Valles muestran una fuerte concentración de impactos sobre agricultura y recursos hídricos, la Amazonía y los Llanos Orientales presentan niveles elevados de afectación sobre bosques, biodiversidad y territorios indígenas.

Tabla 5. Principales sistemas y sectores afectados por los eventos ENSO en las macrorregiones de Bolivia (1982–2024)

Macrorregión	Sistemas y sectores más afectados	Evidencia observada en los eventos analizados	Tendencia observada
Altiplano	Agricultura, ganadería y recursos hídricos	Reducción recurrente de rendimientos agrícolas, mortalidad de ganado, disminución de disponibilidad hídrica y descenso de niveles lacustres durante eventos ENSO cálidos	Persistente
Valles	Agricultura y recursos hídricos	Pérdidas de cultivos, disminución de caudales y afectación de sistemas de riego durante períodos prolongados de sequía	Persistente
Yungas	Infraestructura, recursos hídricos y agricultura	Afectación de carreteras, puentes, sistemas productivos y abastecimiento local debido a lluvias intensas y movimientos en masa	Moderadamente creciente
Amazonía	Bosques, biodiversidad, territorios indígenas y recursos hídricos	Incremento de incendios forestales, pérdida de cobertura forestal, afectación de medios de vida indígenas y disminución de caudales en eventos recientes	Muy creciente
Llanos de Moxos	Ganadería, infraestructura y recursos hídricos	Inundaciones recurrentes que afectan pasturas, sistemas ganaderos, caminos y asentamientos rurales	Persistente
Llanos Orientales	Agricultura, bosques, biodiversidad e infraestructura	Alternancia de inundaciones y sequías con crecientes pérdidas agrícolas, incendios forestales, degradación ecosistémica y daños a infraestructura productiva	Muy creciente
Chaco	Ganadería, recursos hídricos y territorios indígenas	Escasez de agua, reducción de disponibilidad forrajera, mortalidad ganadera y afectación de medios de vida locales	Creciente

Nota: La tabla sintetiza los principales sistemas naturales, productivos y sociales afectados por los eventos ENSO en cada macrorregión. La tendencia observada refleja cambios cualitativos en la magnitud, frecuencia o complejidad de los impactos entre eventos. **Fuente:** Elaboración propia con base en la revisión documental realizada.

Figura 4. Perfil de afectación sectorial asociado a los eventos ENSO por macrorregión de Bolivia

Perfil de afectación sectorial asociado a los eventos ENSO									
Intensidad relativa por macrorregión · escala cualitativa de 1 (muy baja) a 5 (muy alta)									
	Agricultura	Ganadería	Recursos hídricos	Bosques	Biodiversidad	Infraestructura	Salud pública	Navegación fluvial	Territorios indígenas
Altiplano	5	4	5	1	1	2	3	—	—
Valles interandinos	5	2	4	1	1	2	1	—	—
Yungas	2	1	3	2	3	4	1	—	1
Amazonía	3	2	4	5	5	2	2	4	4
Llanos de Moxos	2	5	3	2	3	3	1	1	2
Llanos Orientales	5	3	2	5	4	3	4	1	2
Chaco	3	5	5	2	2	1	2	—	2

Nota: La intensidad relativa fue estimada a partir de la frecuencia de registros, magnitud de impactos y extensión territorial observada. La escala corresponde a 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = media, 4 = alta y 5 = muy alta; — indica que no se identificó una afectación relevante. **Fuente:** Elaboración propia.

3.4 Transformación histórica de los impactos ENSO

La evolución temporal de los sistemas afectados muestra una modificación sustancial en la naturaleza de los impactos ENSO en Bolivia (Figura 5). Durante los eventos de 1982–1983 y 1997–1998 predominaban las afectaciones sobre agricultura,

ganadería y recursos hídricos, mientras que a partir del evento 2015–2016 se observa un incremento progresivo de los impactos sobre bosques, biodiversidad, salud pública y territorios indígenas.

Los mayores incrementos relativos corresponden a bosques, biodiversidad y territorios indígenas, configurando una

transición desde impactos predominantemente productivos e hidrológicos hacia impactos crecientemente ecosistémicos y territoriales.

3.5 Patrones territoriales de vulnerabilidad frente a ENSO

La integración de amenazas climáticas, sistemas afectados y patrones espaciales de impacto permitió identificar configuraciones diferenciadas de vulnerabilidad territorial frente a ENSO. Estas configuraciones reflejan trayectorias históricas distintas de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa entre las macrorregiones de Bolivia.

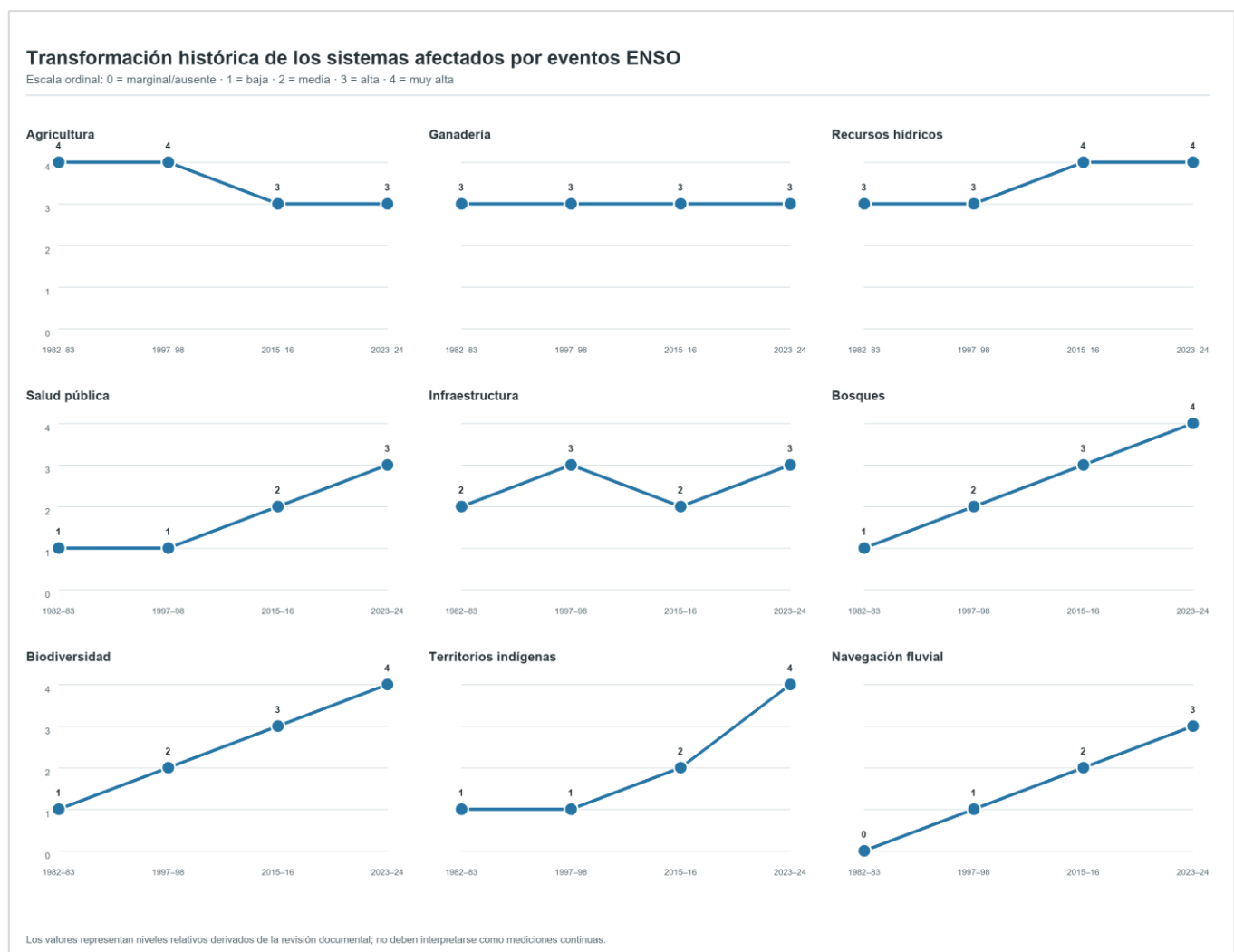
Los resultados muestran la coexistencia de vulnerabilidades hídrico-productivas en el Altiplano, vulnerabilidades agrícolas asociadas al déficit hídrico en los Valles, vulnerabilidades geomorfológicas en los Yungas y vulnerabilidades

hidrológicas en los Llanos de Moxos. En contraste, la Amazonía y los Llanos Orientales presentan patrones de vulnerabilidad más complejos asociados a incendios forestales, degradación ecosistémica y afectaciones territoriales.

La tipología sintetizada evidencia que la vulnerabilidad frente a ENSO en Bolivia posee una fuerte dimensión territorial y no puede ser explicada mediante un único modelo nacional de riesgo climático. Por el contrario, las diferencias observadas sugieren la existencia de múltiples trayectorias de vulnerabilidad asociadas a combinaciones específicas de amenazas, sistemas afectados y condiciones territoriales.

Finalmente, la Figura 6 integra los principales resultados del estudio mediante un modelo conceptual que relaciona eventos ENSO, amenazas climáticas, sistemas afectados y patrones territoriales de vulnerabilidad, proporcionando una síntesis explicativa de los procesos identificados durante el análisis.

Figura 5. Transformación histórica de los sistemas afectados por los eventos ENSO en Bolivia (1982–2024)



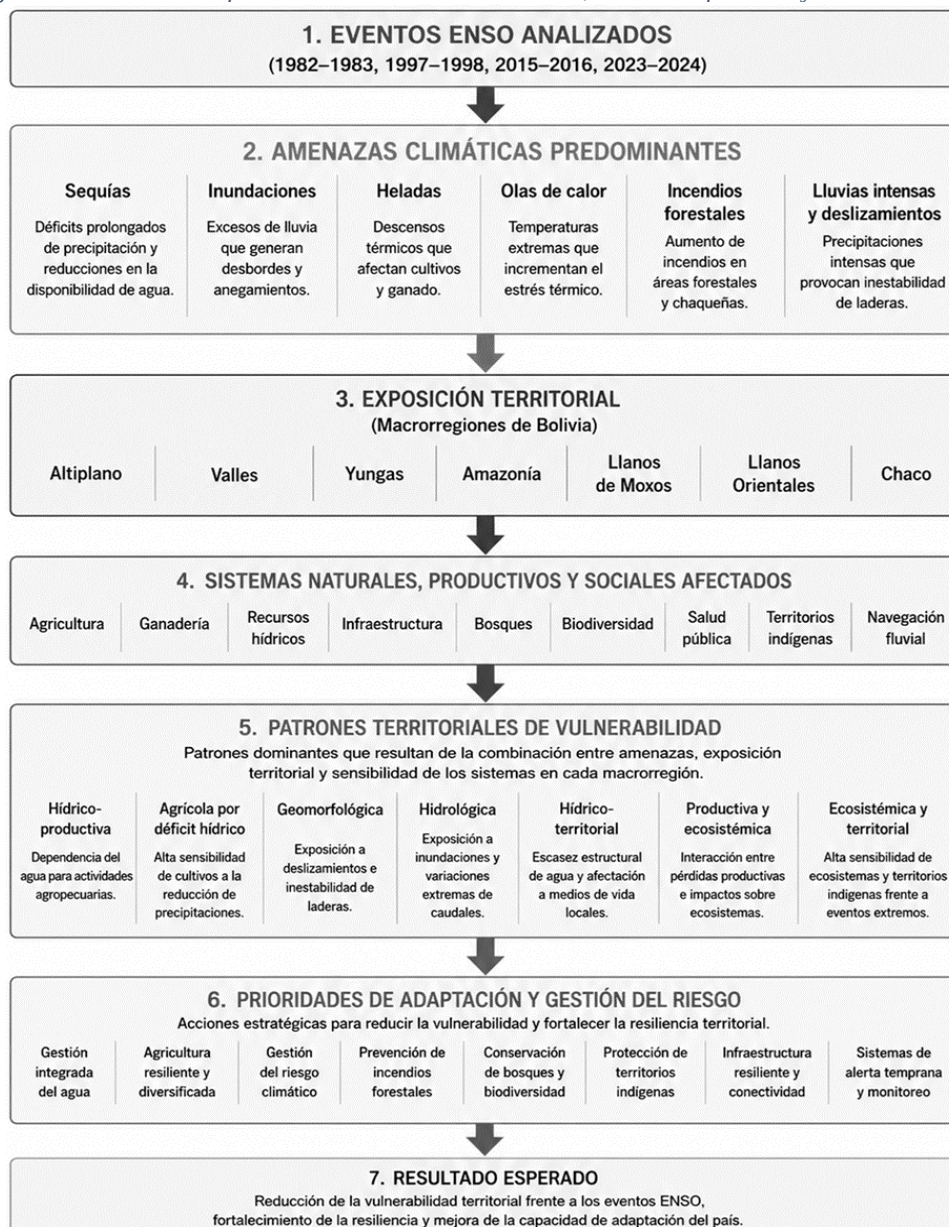
Nota: La figura muestra la evolución ordinal de los principales sistemas afectados entre 1982 y 2024. La escala corresponde a 0 = ausencia o afectación marginal, 1 = baja, 2 = media, 3 = alta y 4 = muy alta. Los valores no representan mediciones continuas.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Tipología territorial de vulnerabilidad frente a ENSO en las macrorregiones de Bolivia

Macrorregión	Tipo de vulnerabilidad	Características principales
Altiplano	Hídrico-productiva	Predominio de limitaciones en la disponibilidad de agua que afectan simultáneamente la producción agropecuaria, los medios de vida rurales y la seguridad alimentaria.
Valles	Agrícola por déficit hídrico	Vulnerabilidad asociada principalmente a déficits prolongados de precipitación que afectan cultivos, disponibilidad de agua para riego y productividad agrícola.
Yungas	Geomorfológica	Vulnerabilidad vinculada a lluvias intensas, procesos de remoción en masa, erosión y afectación recurrente de infraestructura vial y asentamientos humanos.
Amazonía	Ecosistémica y territorial	Vulnerabilidad caracterizada por la interacción entre sequías, incendios forestales, degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y afectación de territorios indígenas.
Llanos de Moxos	Hidrológica	Vulnerabilidad asociada a inundaciones recurrentes, alteraciones en la dinámica hídrica y afectaciones a infraestructura, ganadería y asentamientos humanos.
Llanos Orientales	Productiva y ecosistémica	Convergencia de impactos agropecuarios y ambientales relacionados con sequías, inundaciones, incendios forestales y degradación de ecosistemas.
Chaco	Hídrico-territorial	Vulnerabilidad determinada por la escasez estructural de agua, altas temperaturas, degradación de ecosistemas secos y elevada exposición climática.

Nota: Las categorías representan tendencias dominantes de vulnerabilidad y no condiciones exclusivas o mutuamente excluyentes. **Fuente:** Elaboración propia con base en la revisión documental realizada.

Figura 6. Síntesis conceptual: relaciones entre amenazas, sistemas afectados y vulnerabilidad territorial frente a ENSO en Bolivia



Nota: La Figura integra los principales hallazgos del estudio y muestra cómo los eventos ENSO generan amenazas climáticas diferenciadas que afectan diversos sistemas naturales, productivos y sociales, configurando patrones territoriales específicos de vulnerabilidad. El modelo sintetiza la relación entre variabilidad climática, impactos y vulnerabilidad territorial identificada a lo largo del análisis. **Fuente:** Elaboración propia.

4 Discusión

4.1 De una vulnerabilidad predominantemente agropecuaria hacia una vulnerabilidad ecosistémica y territorial

Mientras los eventos de 1982–1983 y 1997–1998 estuvieron dominados por afectaciones agropecuarias, pérdidas productivas y restricciones hídricas, los eventos más recientes, particularmente 2015–2016 y 2023–2024, muestran una creciente incidencia sobre bosques, biodiversidad, territorios indígenas, infraestructura y servicios ecosistémicos. Esta transición desde una vulnerabilidad predominantemente productiva hacia una vulnerabilidad ecosistémica y territorial constituye probablemente el hallazgo central del estudio, sugiriendo que la vulnerabilidad frente a ENSO ya no puede interpretarse únicamente a partir de pérdidas agrícolas o ganaderas, sino como el resultado de procesos que involucran ecosistemas, dinámicas territoriales y sistemas socioecológicos interdependientes.

La transformación también se refleja en la composición de los daños. Las evaluaciones de CAF (2000) y CEPAL (1999, 2007, 2008) muestran que, aunque los mayores daños directos suelen concentrarse en infraestructura, vivienda y transporte, las pérdidas económicas más significativas recaen sobre el sector agropecuario. En contraste, la evidencia reciente revela una creciente relevancia de impactos ambientales vinculados a incendios forestales, degradación de ecosistemas y pérdida de servicios ecosistémicos.

La creciente complejidad de los impactos ENSO responde a la convergencia de múltiples amenazas, la expansión territorial de las afectaciones y el aumento de sistemas simultáneamente comprometidos durante un mismo evento climático. Esta evolución es consistente con el IPCC (2023), que documenta una creciente interacción entre variabilidad climática, degradación ambiental y vulnerabilidad social en regiones tropicales. El aumento de temperatura, los cambios de uso del suelo, la fragmentación forestal y los eventos extremos reducen progresivamente la resiliencia de los ecosistemas (Lovejoy & Nobre, 2018; Gatti et al., 2021), mientras ENSO actúa como un factor que amplifica vulnerabilidades previamente acumuladas.

Los resultados sugieren que los impactos asociados a ENSO han dejado de ser fenómenos sectoriales aislados para convertirse en procesos sistémicos que afectan simultáneamente recursos hídricos, producción agropecuaria, biodiversidad, infraestructura y medios de vida. Esta interpretación coincide con enfoques de vulnerabilidad socioecológica que enfatizan la interacción entre exposición climática, degradación ambiental, gobernanza territorial y capacidad adaptativa (Folke 2016; IPCC 2023; UNDRR 2022).

La magnitud de los impactos asociados a ENSO depende no solo de la intensidad de los eventos climáticos, sino también de la capacidad de los sistemas económicos, productivos e institucionales para absorber y compensar las pérdidas generadas. La relativa estabilidad del PIB nacional puede

ocultar impactos significativos sobre sectores estratégicos como la agricultura, los bosques y los recursos hídricos.

4.2 Los incendios forestales como expresión emergente de la vulnerabilidad climática

Los incendios forestales constituyen una de las manifestaciones más visibles del cambio observado en la documentación de impactos durante los eventos recientes. Mientras que en 1982–1983 y 1997–1998 ocuparon un lugar secundario en las fuentes revisadas, para 2015–2016 y 2023–2024 se dispone de mayor evidencia sobre superficies quemadas, pérdida de cobertura y afectaciones territoriales. Esta diferencia refleja tanto impactos de gran magnitud como una mejora sustancial de los sistemas de monitoreo.

La creciente relevancia de los incendios en los eventos recientes sugiere una transformación del riesgo climático nacional. Sin embargo, su ocurrencia no puede atribuirse exclusivamente a ENSO: las condiciones de sequía y calor interactúan con deforestación, fragmentación, prácticas de uso del fuego, expansión agropecuaria y capacidades de prevención y respuesta.

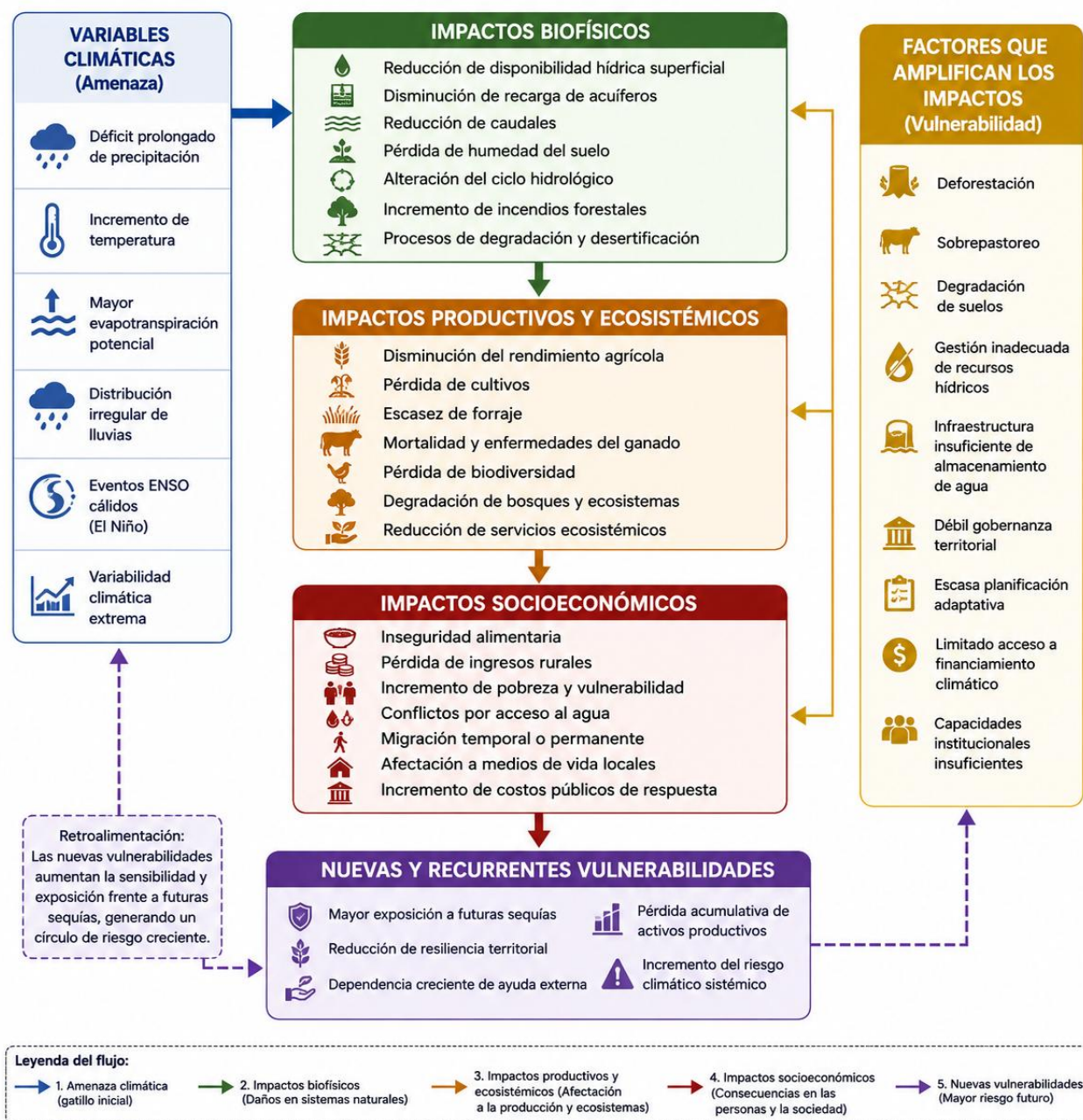
Esta tendencia coincide con estudios desarrollados en Brasil, Perú y otros países amazónicos, donde se ha documentado una estrecha relación entre ENSO, sequías extremas, degradación forestal e incendios de gran magnitud (Aragão et al., 2018; Brando et al., 2020; Silva Junior et al., 2021). La literatura muestra que la frecuencia e intensidad de los incendios aumentan cuando las sequías interactúan con procesos de deforestación y fragmentación del paisaje, reduciendo la humedad de los bosques y aumentando la disponibilidad de material combustible (Cochrane, 2003; Brando et al., 2020).

La Amazonía boliviana emerge como uno de los territorios donde esta interacción resulta más evidente. La convergencia entre sequías, expansión agropecuaria, fragmentación forestal e incendios recurrentes genera condiciones que reducen progresivamente la resiliencia de los ecosistemas amazónicos. Diversos estudios advierten que la persistencia de estos procesos podría incrementar los riesgos de degradación ecológica y pérdida de funcionalidad de los bosques tropicales (Lovejoy & Nobre, 2018; Nobre et al., 2016; Gatti et al., 2021).

Los resultados sugieren que las sequías asociadas a ENSO no constituyen únicamente una amenaza climática aislada, sino un mecanismo capaz de desencadenar procesos encadenados de degradación ambiental, afectación productiva y aumento de la vulnerabilidad social y territorial. La Figura 7 sintetiza estas relaciones para el caso boliviano.

En Bolivia, esta dinámica parece estar reforzada por la expansión de la frontera agropecuaria, la degradación de ecosistemas forestales y el uso recurrente del fuego como herramienta de manejo productivo. En consecuencia, la creciente incidencia de incendios forestales no puede atribuirse exclusivamente a factores climáticos, sino a la interacción entre condiciones extremas y transformaciones territoriales acumuladas durante las últimas décadas.

Figura 7. Esquema conceptual de generación y amplificación de impactos asociados a sequías en Bolivia.



Nota: La figura representa una síntesis conceptual de las relaciones entre sequías, impactos biofísicos, afectaciones productivas, consecuencias socioeconómicas y procesos de amplificación de vulnerabilidad observados en Bolivia. Elaboración propia con base en IPCC (2012, 2023), UNDRR (2022), Adger (2006), Folke et al. (2016) y los resultados del presente estudio.

Como se observa en la Figura 7, los efectos de las sequías tienden a propagarse desde los sistemas biofísicos hacia los sistemas productivos y sociales, generando procesos acumulativos que pueden incrementar la exposición y sensibilidad frente a futuros eventos climáticos. Esta dinámica resulta particularmente evidente en el Altiplano, los Valles y el Chaco, donde la recurrencia de déficits hídricos prolongados afecta simultáneamente la disponibilidad de agua, la producción agropecuaria y los medios de vida rurales.

4.3 La territorialización de la vulnerabilidad frente a ENSO

Los resultados evidencian que la vulnerabilidad frente a ENSO presenta una marcada diferenciación territorial. Lejos de constituir un fenómeno homogéneo, los impactos observados responden a combinaciones específicas de amenazas, sistemas afectados y condiciones territoriales que varían significativamente entre macrorregiones.

La existencia de múltiples trayectorias territoriales de vulnerabilidad constituye otro de los hallazgos centrales del estudio. El Altiplano y los Valles continúan mostrando patrones dominados por vulnerabilidades hídrico-productivas asociadas a sequías recurrentes y limitaciones estructurales de disponibilidad de agua. En contraste, los Yungas presentan vulnerabilidades vinculadas a procesos geomorfológicos, mientras que los Llanos de Moxos mantienen patrones dominados por inundaciones y variabilidad hidrológica.

Estas diferencias evidencian que la vulnerabilidad climática en Bolivia no responde a una única lógica nacional, sino a configuraciones territoriales diferenciadas determinadas por la interacción entre condiciones biofísicas, sistemas productivos, disponibilidad de recursos naturales y capacidades adaptativas. En consecuencia, las respuestas institucionales frente a ENSO requieren enfoques regionalizados capaces de reconocer esta diversidad de contextos y trayectorias de riesgo.

Las transformaciones más significativas se observan en la Amazonía, los Llanos Orientales y el Chaco. En estas regiones emergen configuraciones complejas donde convergen incendios forestales, degradación ecosistémica, estrés hídrico, afectación de territorios indígenas y pérdida de biodiversidad. Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que destacan la creciente importancia de los enfoques territoriales para comprender la vulnerabilidad climática en sistemas socioecológicos complejos (IPCC, 2023; UNDRR, 2022; ND-GAIN, 2024).

Desde una perspectiva de planificación, estos hallazgos cuestionan la aplicación de estrategias uniformes de adaptación y sugieren la necesidad de enfoques diferenciados que reconozcan las particularidades ecológicas, productivas y sociales de cada región del país.

Estos resultados son consistentes con los indicadores internacionales de vulnerabilidad climática que ubican a Bolivia entre los países con elevada exposición y sensibilidad frente a amenazas climáticas (ND-GAIN, 2024).

4.4 ENSO como indicador de la evolución de la vulnerabilidad climática nacional

Tradicionalmente, ENSO ha sido interpretado como un fenómeno climático responsable de importantes variaciones interanuales de precipitación y temperatura. Sin embargo, los resultados obtenidos permiten proponer una interpretación complementaria.

La comparación histórica permite utilizar los eventos El Niño como ventanas de observación de cambios en la vulnerabilidad nacional. Ante perturbaciones climáticas recurrentes, la complejidad y extensión de los impactos documentados dependen no solo de las características del evento, sino también de transformaciones acumuladas en la exposición, los ecosistemas, los sistemas productivos y las capacidades institucionales.

Esta interpretación es consistente con los enfoques de vulnerabilidad dinámica, que entienden los desastres como resultado de la interacción entre amenazas y condiciones de vulnerabilidad históricamente construidas (Wisner et al., 2004; IPCC, 2012, 2023). Desde esta perspectiva, los eventos El Niño pueden revelar y amplificar debilidades asociadas con degradación ambiental, cambios de uso del suelo, planificación territorial insuficiente y limitaciones de las capacidades adaptativas (Torrico Albino, 2026a, 2026b).

La evolución observada en bosques, biodiversidad, incendios forestales y territorios indígenas refuerza esta interpretación y sugiere que el análisis histórico de ENSO puede constituir una herramienta útil para monitorear cambios de largo plazo en la vulnerabilidad climática nacional.

Los resultados obtenidos sugieren además que futuros eventos ENSO intensos podrían generar impactos superiores a los observados históricamente, particularmente en regiones donde convergen procesos de sequía, incendios forestales, expansión agropecuaria y degradación de ecosistemas. Bajo escenarios de incremento de temperatura y creciente presión sobre los recursos naturales, eventos similares a los registrados durante 2023–2024 podrían amplificar los riesgos para los bosques amazónicos, la disponibilidad hídrica, la producción agropecuaria y los territorios indígenas. En consecuencia, el monitoreo temprano de las condiciones ENSO y la implementación de medidas preventivas de adaptación adquieren una importancia estratégica para la reducción de riesgos climáticos en Bolivia.

Desde esta perspectiva, los análisis históricos comparativos adquieren un valor estratégico para la comprensión del riesgo climático. La reconstrucción de los impactos asociados a eventos ENSO permite identificar patrones persistentes, reconocer transformaciones emergentes y generar aprendizajes que pueden orientar la formulación de políticas públicas, la priorización de medidas de adaptación y el fortalecimiento de las capacidades nacionales de respuesta frente a futuros eventos extremos.

4.5 Implicaciones para la adaptación y la planificación climática

Los resultados obtenidos tienen implicaciones directas para las políticas de adaptación, la gestión del riesgo y la planificación territorial. En primer lugar, evidencian la necesidad de fortalecer enfoques territoriales diferenciados que reconozcan los distintos patrones de vulnerabilidad identificados en las macrorregiones de Bolivia. La diversidad de amenazas y sistemas afectados observada en el estudio indica que las estrategias de adaptación deben responder a realidades territoriales específicas y no únicamente a prioridades sectoriales nacionales.

En segundo lugar, los bosques, la biodiversidad y los territorios indígenas emergen como componentes centrales de la adaptación climática futura. Este hallazgo coincide con la creciente importancia otorgada por el Marco Global de

Adaptación (Global Goal on Adaptation), el Marco de Resiliencia Climática de los Emiratos Árabes Unidos y la literatura sobre adaptación basada en ecosistemas (UNFCCC, 2023; WWF, 2025; IPCC, 2023). La conservación y restauración de ecosistemas no solo contribuyen a la mitigación del cambio climático, sino que también fortalecen la regulación hídrica, reducen la vulnerabilidad frente a incendios y mejoran la resiliencia de las comunidades locales.

Finalmente, los resultados sugieren la necesidad de fortalecer sistemas integrados de monitoreo climático, ambiental y territorial que permitan vincular información sobre amenazas, impactos y vulnerabilidad. Este tipo de enfoques resulta coherente con los procesos de actualización de las NDC, los requerimientos de transparencia establecidos en el Acuerdo de París y la creciente integración entre adaptación, gestión del riesgo y planificación del desarrollo sostenible. En consecuencia, la experiencia acumulada durante los principales eventos ENSO ocurridos en Bolivia ofrece una base valiosa para orientar futuras estrategias de resiliencia climática y adaptación territorial en un contexto de creciente incertidumbre climática.

5 Conclusiones

- 1) La revisión comparativa muestra que las sequías son la amenaza más persistentemente documentada durante los cuatro eventos El Niño analizados. En los eventos recientes, los incendios forestales y las olas de calor adquieren mayor importancia, especialmente en la Amazonía, los Llanos Orientales y el Chaco.

La naturaleza de los impactos documentados se ha ampliado. A las pérdidas agropecuarias y alteraciones hídricas que dominan los registros históricos se suman afectaciones crecientes sobre bosques, biodiversidad, salud pública y territorios indígenas. Esta transición debe interpretarse considerando simultáneamente cambios reales en el riesgo y mejoras en la capacidad de observación.

La vulnerabilidad presenta configuraciones territoriales diferenciadas: hídrico-productivas en el Altiplano; agrícolas por déficit hídrico en los Valles; geomorfológicas en los Yungas; hidrológicas en los Llanos de Moxos; productivas y ecosistémicas en los Llanos Orientales; ecosistémicas y territoriales en la Amazonía; e hídrico-territoriales en el Chaco. En consecuencia, las medidas de adaptación no deberían aplicarse de forma homogénea en todo el país.

Los eventos El Niño pueden emplearse como ventanas de observación de la vulnerabilidad climática, pero la evidencia disponible no permite atribuir exclusivamente a ENSO los cambios observados. La exposición, el uso del suelo, la degradación ambiental, las prácticas productivas, la calidad del monitoreo y las capacidades institucionales también condicionan la magnitud y distribución de los impactos.

La base integrada de 346 registros proporciona una línea de referencia para futuras investigaciones. Su

fortalecimiento requiere protocolos reproducibles de búsqueda y codificación, series homogéneas, verificación de cifras preliminares y sistemas integrados de monitoreo climático, ambiental y territorial que apoyen la adaptación, la gestión del riesgo y la planificación territorial.

6 Referencias

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Aragão, L. E. O. C., Anderson, L. O., Fonseca, M. G., Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Wagner, F. H., Silva, C. V. J., Silva Junior, C. H. L., Arai, E., Aguiar, A. P. D., Barlow, J., Berenguer, E., Deeter, M. N., Domingues, L. G., Gatti, L., Gloor, M., Malhi, Y., Marengo, J. A., Miller, J. B., ... Saatchi, S. (2018). 21st century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications*, 9(1), 536. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>
- Bolivia – MMAYA-APMT. (2021). *Actualización de las contribuciones nacionalmente determinadas (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia para el periodo 2021–2030*. Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra.
- Bolivia – MMAYA-APMT. (2023). *Política Plurinacional de Cambio Climático: Promoviendo el desarrollo integral en equilibrio con la Madre Tierra*. Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra.
- Bolivia - MMAY A. (2024). *Primer informe bienal de transparencia del Estado Plurinacional de Bolivia 2020–2022*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Bolivia - MMAY A. (2024). *Estrategia Plurinacional de Bosques y Cambio Climático: Gestión y desarrollo integral y sustentable de los bosques y reducción de la deforestación y degradación*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. https://web.madretierra.gob.bo/wp-content/uploads/2025/09/DOCUMENTO-FINAL-ESTRATEGIA-DE-BOSQUES-Y-CAMBIO-CLIMATICO-PARA-PPT_2024-1.pdf
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W., Carlson, J., Cochrane, M., D'Antonio, C., DeFries, R., Johnston, F., Keeley, J., Krawchuk, M., Kull, C., Mack, M., Moritz, M., Pyne, S., Roos, C., Scott, A., Sodhi, N., & Swetnam, T. (2009). Fire in the Earth system. *Science*, 324(5926), 481–484. <https://doi.org/10.1126/science.1163886>
- Brando, P. M., Soares-Filho, B., Rodrigues, L., Assunção, A., Morton, D., Tuschneider, D., Fernandes, E., Macedo, M., Oliveira, U., & Coe, M. T. (2020). The gathering firestorm in southern Amazonia. *Science Advances*, 6(2), eaay1632. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1632>
- CAF. (2000). *Las lecciones de El Niño 1997–1998: Memorias, impactos y experiencias en Bolivia*. Corporación Andina de Fomento. <https://dipecholak.net/docs/files/993-publicacion-caf-bolivia-nino-97-98.pdf>
- Cai, W., McPhaden, M. J., Grimm, A. M., Rodrigues, R. R., Taschetto, A. S., Garreaud, R. D., Dewitte, B., Poveda, G., Ham, Y.-G., Santoso, A., Wang, G., Wu, L., Yang, Y., Power, S., Klingaman, N. P., Zhang, W., & Jin, F.-F. (2021). Climate impacts of the El Niño–Southern Oscillation on South America. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 628–645. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00178-5>

- Canedo-Rosso, C., Uvo, C. B., Berndtsson, R., & Olsson, J. (2021). Drought impact assessments and spatial interpolation challenges in the Bolivian Altiplano water supply system. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(3), 995–1013. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-995-2021>
- Centro de Estudios Jurídicos e Investigación Social (CEJIS). (2024). *Incendios en territorios indígenas de Bolivia: Informe 2024*. CEJIS. <https://www.cejis.org/wp-content/uploads/2024/12/Informe-2024-Incendios-en-Territorios-Indigenas.pdf>
- Cochrane, M. A. (2003). Fire science for rainforests. *Nature*, 421(6926), 913–919. <https://doi.org/10.1038/nature01437>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (1999). *Bolivia: Evaluación de los efectos socioeconómicos del fenómeno El Niño 1997–1998*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/313f1398-62f3-44dc-95b4-fa7030282c47/content>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). (2021). *Incendios forestales 2020 en Bolivia*. Programa de Monitoreo de Bosques e Incendios. <https://bolivia.wcs.org/Portals/14/Comunicacion/INCENDIOS FORESTALES 2020.pdf?ver=2021-06-25-144205-707>
- Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). (2024). *Sistema SATRIFO: Monitoreo de incendios forestales y afectación territorial en Bolivia*. <https://incendios.fan-bo.org/Satrifo/>
- Fundación Tierra. (2024). *Reporte de incendios forestales en Bolivia*. Fundación Tierra. <https://www.ftierra.org/index.php/publicacion/documentos-de-trabajo/attachment/254/52>
- Garreaud, R. D., Vuille, M., Compagnucci, R., & Marengo, J. (2009). Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3–4), 180–195. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.10.032>
- Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., Gloor, M., Domingues, L. G., Cassol, H. L. G., Tejada, G., Aragão, L. E. O. C., Nobre, C., Peters, W., Marani, L., Arai, E., et al. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, 595(7867), 388–393. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>
- Global Forest Watch. (2025). *Global Forest Watch Data Portal*. World Resources Institute. <https://www.globalforestwatch.org>
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (SREX)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H.-O. Pörtner et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Amazon tipping point. *Science Advances*, 4(2), eaat2340. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>
- McPhaden, M. J., Santoso, A., & Cai, W. (Eds.). (2020). *El Niño Southern Oscillation in a changing climate*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119548164>
- ND-GAIN. (2024). *ND-GAIN Country Index*. University of Notre Dame. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>
- Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S., Castilla-Rubio, J. C., Silva, J. S., & Cardoso, M. (2016). Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(39), 10759–10768. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). *Boletines climáticos, reportes ENSO y reportes agroclimáticos utilizados en el estudio*. https://senamhi.gob.bo/index.php/agromet_decenal
- Silva Junior, C. H. L., Aragão, L. E. O. C., Fonseca, M. G., Almeida, C. T., Vedovato, L. B., Anderson, L. O., et al. (2021). Persistent collapse of biomass in Amazonian forest edges following deforestation leads to unaccounted carbon losses. *Science Advances*, 7(40), eabg7012. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg7012>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Torraco, R. J. (2016). Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, 15(4), 404–428. <https://doi.org/10.1177/1534484316671606>
- Torraco Albino, J. C. (2026a). Impactos del cambio climático en la agricultura boliviana: Análisis de vulnerabilidad productiva, emisiones y desafíos de adaptación. *Horizontes Académicos*, 6(1). <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v6.n1.414>
- Torraco Albino, J. C. (2026b). *Cambio climático en Bolivia: Impactos, riesgos y respuestas de política pública para la sostenibilidad y la resiliencia climática* (2.ª ed.). Epubli. ISBN 978-3565215942.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2023). *Outcome of the first global stocktake*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/global-stocktake>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. <https://www.undrr.org/gar2022-our-world-risk>
- Wildlife Conservation Society (WCS). (2021). *Incendios forestales 2020 en Bolivia*. WCS Bolivia. <https://bolivia.wcs.org/Portals/14/Comunicacion/INCENDIOS FORESTALES 2020.pdf?ver=2021-06-25-144205-707>
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203714775>
- World Meteorological Organization (WMO). (2021). *Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019)*. WMO. <https://library.wmo.int>
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2025). *Advancing the Global Goal on Adaptation Through Food and Agricultural Systems Transformation: Climate Policy Guidance*. WWF. <https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/advancing-the-global-goal-on-adaptation-through-food-and-agricultural-systems-transformation---climate-policy-guidance--wwf-2025.pdf>