

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Impacto del Cambio Climático en la Productividad Agropecuaria en Nicaragua, un análisis de tendencias 1990-2023.

Impact of Climate Change on Agricultural Productivity in Nicaragua, a trend analysis, 1990-2023.

Jorge Luis Icabalceta Mairena¹

RESUMEN

El presente estudio analiza el impacto del cambio climático sobre la productividad agropecuaria en Nicaragua entre 1990 y 2023, empleando datos quinquenales y un enfoque basado en la teoría de resiliencia agroclimática. Nicaragua, con una economía fuertemente dependiente de la agricultura y ganadería, enfrenta altos niveles de vulnerabilidad ante alteraciones en temperatura, precipitación y humedad. Los resultados muestran cambios estructurales en el uso del suelo: mientras cultivos como el sorgo han perdido terreno (con una reducción del 40 % en su área sembrada), la ganadería extensiva ha duplicado su tamaño, intensificando presiones sobre ecosistemas frágiles. Se observa un crecimiento sostenido en la producción y rendimiento de arroz y café, impulsado por la tecnificación y el apoyo institucional, en contraste con el estancamiento del sorgo, cuya baja rentabilidad y limitada innovación explican su retroceso. Las condiciones climáticas adversas —aumento de la temperatura media, alta variabilidad de precipitaciones y ligera disminución en humedad relativa— afectan particularmente a pequeños productores y sistemas de secano. Este análisis empírico proporciona evidencia crucial para diseñar políticas de adaptación agropecuaria, orientadas a fortalecer sectores resilientes, mitigar riesgos en zonas vulnerables y promover una transición hacia sistemas productivos sostenibles ante el contexto de cambio climático..

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, Productividad agropecuaria, Nicaragua, Resiliencia, Variabilidad climática.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of climate change on agricultural productivity in Nicaragua between 1990 and 2023, using five-year data and an approach based on agroclimatic resilience theory. Nicaragua, with an economy heavily dependent on agriculture and livestock, faces high levels of vulnerability to changes in temperature, precipitation, and humidity. The results show structural changes in land use: while crops such as sorghum have lost ground (with a 40% reduction in planted area), extensive livestock farming has doubled in size, increasing pressure on fragile ecosystems. There has been sustained growth in the production and yield of rice and coffee, driven by technological advancement and institutional support, in contrast with the stagnation of sorghum, whose low profitability and limited innovation explain its decline. Adverse climatic conditions — including rising average temperatures, high rainfall variability, and a slight decrease in relative humidity — particularly affect small producers and rainfed farming systems. This empirical analysis provides crucial evidence for designing agricultural adaptation policies aimed at strengthening resilient sectors, mitigating risks in vulnerable areas, and promoting a transition toward sustainable productive systems in the context of climate change.

1- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Correo jorge.icabalceta@unan.edu.ni. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5204-3585>

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

KEYWORDS: Climate change, Agricultural productivity, Nicaragua, Resilience, Climate variability.

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cambio climático se ha convertido en una de las amenazas más relevantes para los sistemas productivos del mundo, y Nicaragua no es la excepción. Con una economía altamente dependiente de la agricultura y ganadería, cualquier alteración en las condiciones climáticas tiene efectos significativos sobre la seguridad alimentaria, el ingreso rural y el equilibrio ambiental. Diversos estudios sobre el Cambio Climático indican que Centroamérica, y Nicaragua en particular, es una región altamente vulnerable al incremento de temperatura, variabilidad en la precipitación y frecuencia de eventos extremos. (IPCC, 2022; FAO (2013); MARENA, 2008; GRUN, 2012; GRUN, 2023)

1.2 Planteamiento del Problema

En Nicaragua, los cambios observados en patrones de temperatura, precipitación y humedad relativa parecen haber afectado de manera diferenciada la productividad de cultivos y sistemas ganaderos. Si bien algunos rubros han mostrado resiliencia o incluso mejoras, otros están en franca decadencia, comprometiendo el sustento de miles de productores y de la población en general. Siendo la población nicaragüense muy dependiente de los granos básicos, del café, y de la ganadería para su subsistencia, cabe la pregunta: ¿Cuál ha sido el efecto del cambio climático sobre rubros de vital importancia para Nicaragua tales como el maíz, los frijoles, el sorgo, el arroz, el café y la ganadería vacuna?

1.3 Justificación

Analizar empíricamente los impactos del cambio climático permite generar evidencia necesaria para orientar políticas agrícolas, climáticas y de desarrollo rural. Este estudio pretende llenar un vacío en la literatura aplicada en Nicaragua, ofreciendo insumos para decisiones basadas en datos y su respectivo análisis cuantitativo y cualitativo.

1.4 Objetivos

- Evaluar las tendencias en la productividad de los principales rubros agropecuarios en Nicaragua en relación con variables climáticas clave.
- Identificar sectores vulnerables y sectores resilientes al cambio climático.
- Proponer lineamientos de acción para mejorar la adaptación del sector agropecuario.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Marco Teórico

El marco conceptual para este estudio se apoya en la teoría de resiliencia agroclimática (Altieri & Nicholls, 2017, Bárcena et al, 2020) y en los modelos de impacto del cambio climático sobre la agricultura (Lobell et al., 2011). La interacción entre condiciones climáticas y resultados productivos se entiende a partir del principio de sensibilidad diferencial de cultivos y sistemas de producción frente al clima (FAO, 2021).

2.2 Método de Análisis

Se usaron promedios quinquenales y porcentajes acumulados para analizar tendencias en variables productivas y climáticas entre los años 1990 y 2023. Las variables consideradas incluyen área cultivada, volumen de producción, rendimiento por hectárea, precipitación, temperatura y humedad relativa. Se aplicó el análisis descriptivo de tendencias y comparaciones intertemporales. Los datos se obtuvieron de FAOSTAT y del Portal del conocimiento del cambio climático del Banco Mundial.

2.3 Área de Estudio

El estudio se enfoca en el territorio nicaragüense en general, usando datos agregados nacionales, pero con especial referencia a zonas clave como Matagalpa, Jinotega y el Corredor Seco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Análisis de tendencias en base a promedios quinquenales

La Tabla 1 muestra que la evolución del área cultivada revela una disminución sostenida en cultivos como el sorgo, mientras la ganadería extensiva muestra una fuerte expansión territorial. El sorgo redujo su superficie sembrada de 49,348 hectáreas en 1990 a 29,692 hectáreas en 2023, reflejando una caída del 40 %. En cambio, el hato ganadero creció de 2.97 millones a 5.41 millones de cabezas en el mismo periodo, duplicando su tamaño. Esta transformación implica un cambio estructural en el uso del suelo hacia sistemas pecuarios menos sostenibles. La expansión ganadera intensifica la presión sobre suelos, fuentes hídricas y cobertura forestal en zonas de vocación agrícola.

Tabla 1. Evolución de las áreas plantadas de cultivos (ha) y ganado (cabezas)

Periodo	Arroz	Café	Frijol	Maíz	Sorgo	Ganado
1990-1994	50,751	75,309	110,675	205,628	49,348	2,974,000
1995-1999	68,890	89,067	157,316	258,472	43,648	2,814,280
2000-2004	87,129	112,463	244,582	346,499	50,154	3,365,000
2005-2009	79,351	120,502	243,618	349,128	43,354	3,590,000
2010-2014	88,126	113,648	257,335	354,858	49,329	4,306,598
2015-2019	66,605	130,198	231,623	305,754	48,272	5,095,725
2020-2023	78,371	154,754	235,232	278,034	29,692	5,408,948

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Las cifras de producción promedio quinquenal (Tabla 2) reflejan incrementos importantes en rubros priorizados como arroz, café y leche, mientras el sorgo continúa en retroceso. El arroz creció de 98,133 toneladas en 1990 a más de 303,295 toneladas en 2023, un incremento de 209 %. El café aumentó su producción de 52,649 a 205,754 toneladas, mientras la producción de leche pasó de 172,978 a más de 1,400,000 toneladas. En contraste, el sorgo cayó de 46,114 a 26,876 toneladas, lo cual coincide con la reducción en área cultivada. Esta dinámica sugiere una priorización económica de rubros con mayor rendimiento, mercado y apoyo institucional.

Tabla 2. Evolución de la producción de rubros analizados (TM), 1990-2023

Periodo	Arroz	Café	Frijol	Maíz	Sorgo	Leche
1990-1994	159,259	40,458	71,559	253,921	85,882	172,978
1995-1999	243,045	65,373	103,553	301,807	78,520	262,071
2000-2004	277,059	69,900	190,106	472,768	100,160	565,455
2005-2009	305,147	86,814	190,442	498,012	80,896	687,296
2010-2014	405,390	87,955	193,378	456,060	91,588	861,656
2015-2019	422,437	128,934	184,217	381,158	78,219	1,215,247
2020-2023	493,095	158,371	206,322	370,931	50,936	1,409,833

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

En cuanto al rendimiento, los datos quinquenales de la Tabla 3 muestran avances importantes en arroz y café, mientras el sorgo presenta un estancamiento e incluso retroceso en productividad. El arroz incrementó su rendimiento de 3,122 a 5,033 kg/ha entre 1990 y 2023, lo que representa una mejora del 60 %. El café pasó de 537 a 990 kg/ha en promedio, mostrando un crecimiento del 84 % gracias posiblemente a la tecnificación y mejora genética. En cambio, el rendimiento del sorgo disminuyó de 933 a 905 kg/ha, lo cual podría estar vinculado a su menor rentabilidad y abandono tecnológico. Estas diferencias reflejan desigualdades en acceso a innovación, riego y financiamiento entre cultivos.

Tabla 3. Evolución de la productividad de rubros agrícolas analizados (kg/ha), 1990-2023

Periodo	Arroz	Café	Frijol	Maíz	Sorgo
1990-1994	3,122	537	646	1,232	1,734
1995-1999	3,539	731	648	1,167	1,798
2000-2004	3,189	623	776	1,360	1,993
2005-2009	3,888	718	781	1,427	1,856
2010-2014	4,716	774	748	1,286	1,847
2015-2019	6,356	985	796	1,247	1,630
2020-2023	5,033	990	876	1,338	1,689

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Por último, la Tabla 4 muestra señales consistentes con los efectos del cambio climático en la región. La temperatura media aumentó de 25.7 °C a 26.0 °C, lo cual puede acortar los ciclos fenológicos y afectar cultivos sensibles. La precipitación mantuvo una variabilidad alta, sin una tendencia clara, dificultando la planificación productiva de los agricultores. La humedad relativa mostró una leve reducción, de 81.2 % a 80.4 %, afectando el equilibrio hídrico de las plantas. Estas condiciones climáticas adversas impactan especialmente a los sistemas de secano y a pequeños productores con escasa capacidad de adaptación.

Tabla 4. Evolución de variables climáticas en Nicaragua, 1990-2023

Periodo	Precipitaciones, mm/año Anual, °C	Temperatura promedio	Humedad Relativa, %
1990-1994	2,125.0	25.8	79.8
1995-1999	2,423.0	25.7	79.1
2000-2004	2,258.0	25.9	79.0
2005-2009	2,402.0	25.9	79.0
2010-2014	2,268.0	25.8	78.9
2015-2019	2,169.0	26.0	78.4
2020-2023	2,360.0	26.1	79.0

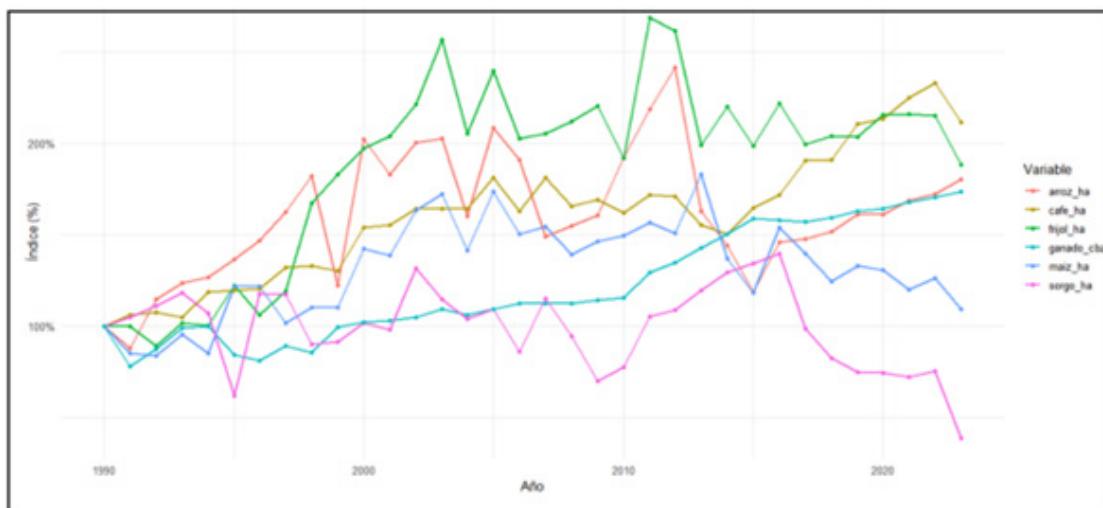
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Portal del conocimiento del cambio climático

II. Análisis de tendencias en base a porcentajes acumulados

Los cambios acumulados en el área cultivada y en el hato ganadero (Figura 1) evidencian una transformación profunda en el uso del suelo agrícola del país. Entre 1990 y 2023, el área sembrada de sorgo se redujo en un 40 %, mientras la superficie de maíz y arroz se mantuvo relativamente estable o en ligero aumento. Este retroceso del sorgo indica una pérdida de importancia de cultivos de seguridad alimentaria, posiblemente debido a baja rentabilidad y limitada tecnificación. Paralelamente, el hato ganadero creció de 2.97 a 5.41 millones de cabezas, lo que representa un aumento acumulado del 82 %. Este crecimiento sugiere una expansión territorial de la ganadería extensiva, muchas veces a costa de áreas antes destinadas a cultivos. La tendencia apunta a una especialización pecuaria con implicaciones tanto económicas como ambientales, en especial sobre los recursos hídricos y la deforestación.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

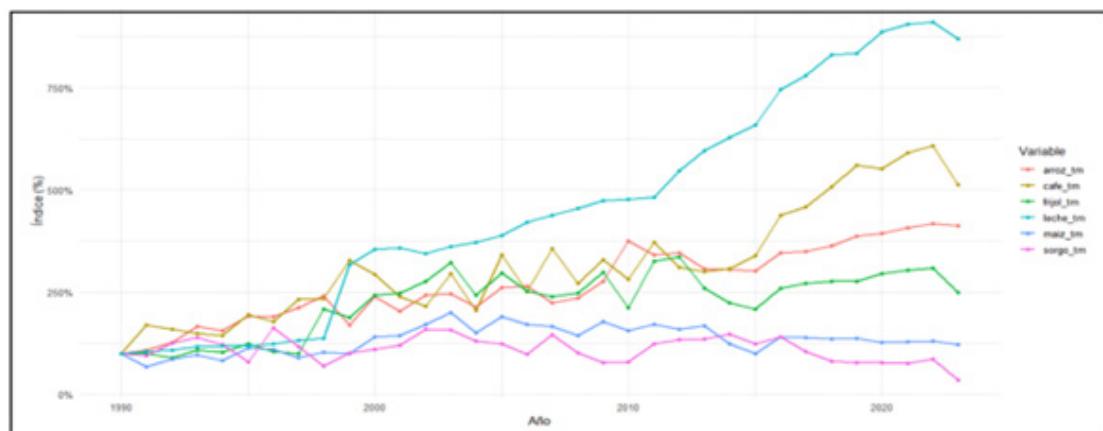
Figura 1. Cambio porcentual acumulado de áreas cultivada y cabezas de ganado (1990 = 100%)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

El análisis acumulado en porcentajes evidencia que el crecimiento en producción (Figura 2) está concentrado en cultivos priorizados, mientras otros muestran estancamiento o retroceso. El arroz creció un 209 %, el café un 291 % y el frijol un 188 % en el período 1990–2023. El maíz aumentó un 46 %, mientras el sorgo cayó un 42 %, lo que confirma su desplazamiento del sistema productivo. En el sector pecuario, la leche tuvo un crecimiento superior al 700 %, y la carne bovina incrementó su volumen en 125 %. Estos cambios sugieren que las políticas sectoriales han favorecido rubros con mayor integración comercial y tecnológica.

Figura 2. Cambio porcentual acumulado de producción de rubros analizados (1990 = 100%)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Los cambios en productividad (Figura 3) también muestran patrones diferenciados según el tipo de cultivo y su nivel de tecnificación. El arroz aumentó su rendimiento en un 60 %, mientras el café creció un 84 %, resultado de inversiones en innovación y asistencia técnica. El frijol y el maíz aumentaron su rendimiento en 24 % y 9 % respectivamente, aunque siguen siendo vulnerables a condiciones climáticas extremas. El sorgo, por el contrario, disminuyó su productividad en un 3 %, reflejando su rezago estructural. Estas cifras revelan una brecha creciente entre cultivos intensivos y sistemas de subsistencia con menor capacidad de adaptación.

Figura 3. Cambio porcentual acumulado de productividad de rubros analizados (1990 = 100%)

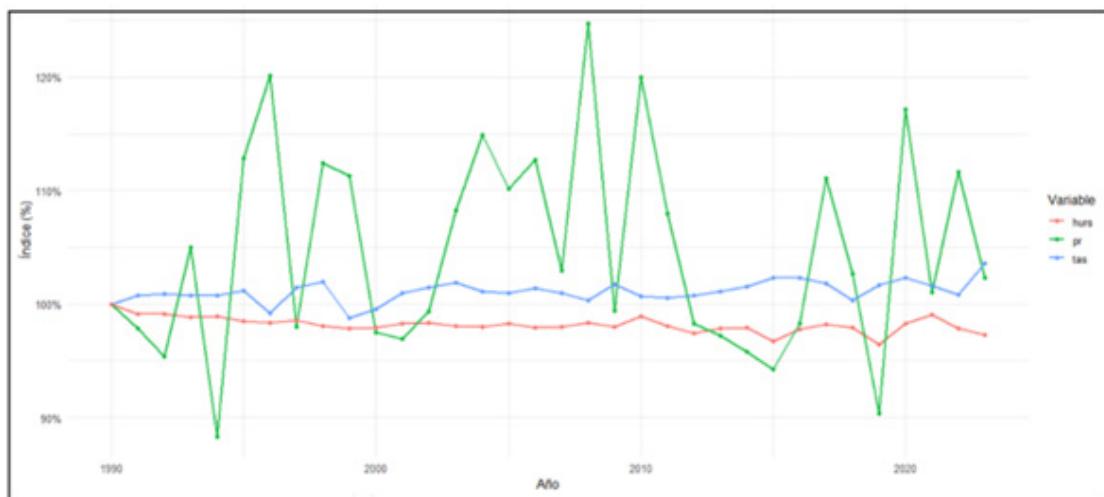


Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAOSTAT

Finalmente, los impactos acumulados del cambio climático (Figura 4) reflejan una realidad cada vez más adversa para la agricultura tradicional de secano. La temperatura promedio anual ha aumentado, con efectos negativos sobre el rendimiento y la estabilidad de los cultivos sensibles. La variabilidad de las lluvias ha incrementado la incertidumbre, afectando la siembra y cosecha en ciclos agrícolas dependientes del clima. Aunque algunos cultivos tecnificados han resistido mejor, el sistema en su conjunto muestra señales de vulnerabilidad estructural. Esta situación demanda políticas públicas focalizadas en la adaptación, diversificación y manejo sostenible de los recursos productivos y naturales.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Figura 4. Cambio porcentual acumulado de variables climáticas (1990 = 100%)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Portal del conocimiento del cambio climático.

CONCLUSIONES

- El cambio climático en Nicaragua ha tenido efectos heterogéneos sobre la productividad agropecuaria.
- Rubros como el arroz, el café y la leche han mostrado capacidad de adaptación, en parte gracias a inversiones tecnológicas y mejores condiciones geográficas.
- Cultivos como el sorgo y el frijol han sido más vulnerables, reflejando una menor capacidad de adaptación estructural.
- La variabilidad en precipitación, el aumento de temperatura y la reducción de humedad han sido factores determinantes de la productividad.
- Existe una reconfiguración del uso del suelo, con crecimiento del sector ganadero y disminución en cultivos extensivos.

5. Recomendaciones

- Promover programas diferenciados de adaptación climática por rubro y región agroecológica.
- Fomentar el acceso a tecnologías de riego, variedades resistentes y sistemas de alerta temprana.
- Impulsar la diversificación productiva y la agricultura regenerativa en zonas de alta vulnerabilidad.
- Reforzar la investigación agroclimática nacional y la capacitación de pequeños y medianos productores.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

- Diseñar políticas de incentivo para una ganadería climáticamente inteligente, reduciendo la presión ambiental.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: A Brief Account of Its Origins and Currents of Thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3-4), 231–237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>
- Bárcena, Alicia; Samaniego, Joseluis; Peres, Wilson & Alatorre, José Eduardo (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?, Libros de la CEPAL, N° 160 (LC/PUB.2019/23-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- FAO. (2013). Climate-smart agriculture sourcebook. <https://www.fao.org/3/i3325e/i3325e.pdf>
- FAO. (2021). The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. <https://www.fao.org/3/cb9910en/cb9910en.pdf>
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) (2012). Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/segundacomunicacion.pdf>
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) (2023). Primer Informe Bienal de Actualización. República de Nicaragua. Managua. Nicaragua. <https://unfccc.int/documents/636563>
- IPCC. (2022). Sixth Assessment Report: Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. *Science*, 333(6042), 616–620. <https://doi.org/10.1126/science.1204531>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) (2008). Informe sobre la gestión de la tierra y el bosque en Nicaragua. Managua, Nicaragua: MARENA. <https://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Técnicos/Geo%20IV.pdf>