

## La batalla silenciosa de Apatzingán: 20 años de clima extremo versus la agricultura

*The silent battle of Apatzingán: 20 years of extreme weather versus agriculture*

Omar Torres-Pantoja

ORCID: 0009-0003-8860-3665

Oscar Misael Mota-Pérez

ORCID: 0009-0002-7675-053X

Carlos Francisco Ortiz-Paniagua\*

ORCID: 0000-0003-3645-1527

\*Autor de correspondencia: carlos.ortiz@umich.mx

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

### Problemática

El cambio climático ha sido uno de los fenómenos más preocupantes para el progreso sociocultural actual y futuro de la humanidad. Uno de los fenómenos que se han visto alterados por el cambio climático es la Oscilación del Sur (ENSO). Este trabajo busca explorar la relación entre el ENSO y la producción agrícola en la región de Apatzingán. El objetivo consiste en elaborar un mapa de riesgo agroclimático que permita captar el riesgo agrícola asociado a las alteraciones climáticas. Para ello, se propone integrar la probabilidad de manifestación del fenómeno ENSO, tanto en su fase Niño como en su fase Niña, así como el porcentaje de variación de la producción agrícola. Esta herramienta puede ayudar a prevenir daños, aportar información importante para generar propuestas de políticas públicas que faciliten la obtención de seguros y a plantear propuestas para mitigar los efectos socioeconómicos en el futuro.

### Desarrollo

El sector agrícola representa uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano y de la sostenibilidad global. Su papel es decisivo para garantizar la seguridad alimentaria, generar empleo y promover el bienestar en las comunidades rurales. Sin embargo, la creciente variabilidad climática y los fenómenos extremos derivados del cambio climático amenazan su estabilidad y resiliencia. En este contexto, surge una pregunta central, ¿cómo se relacionan el fenómeno ENSO y el cambio climático en la producción agrícola y, en la vulnerabilidad socioeconómica de las regiones rurales, particularmente en Apatzingán, Michoacán?

Como citar: Torres-Pantoja, Mota-Pérez & Ortiz-Paniagua (2025). La batalla silenciosa de Apatzingán: 20 años de clima extremo versus la agricultura. *ITSÍ ECHERI Revista de Divulgación en Ciencias Agroalimentarias y del Desarrollo Económico Rural*, III (9), 17-25. <https://doi.org/10.33110/itsiecheri39>

Editor en Jefe: Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera. ITSÍ ECHERI Revista de Divulgación en Ciencias Agroalimentarias y del Desarrollo Económico Rural, III (9) Septiembre - Diciembre 2025. pp: 17-25.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Entre 1991 y 2021, los desastres naturales generaron pérdidas estimadas en 3.8 billones de dólares estadounidenses (USD) en el sector agropecuario global, afectando de manera desproporcionada a los países de ingresos bajos y medios (Food and Agriculture Organization [FAO], 2023). El cambio climático ha intensificado eventos como sequías, inundaciones y olas de calor, provocando reducciones en los rendimientos agrícolas, alteraciones en los patrones de lluvia y pérdida de productividad en cultivos esenciales como el maíz y el trigo. En América Latina y el Caribe (ALC), estos fenómenos se agravan por la incidencia del ENSO, que modifica las precipitaciones y eleva la vulnerabilidad de los sistemas agroalimentarios, afectando tanto la producción como los precios y la calidad de los alimentos.

En México, y particularmente en el municipio de Apatzingán, los efectos del ENSO se traducen en sequías recurrentes, reducción de las lluvias y aumento de las temperaturas, que afectan gravemente los cultivos de temporal. Este escenario plantea desafíos considerables para las comunidades rurales, cuya economía depende casi exclusivamente de la agricultura. Analizar los impactos del ENSO y del cambio climático en esta región permite no solo dimensionar la magnitud del problema, sino también identificar estrategias de mitigación y adaptación que fortalezcan la resiliencia del sector agrícola frente a los riesgos climáticos emergentes.

### Apatzingán frente a la crisis climática: Cómo sobrevive la agricultura a “El Niño” y un planeta más caliente.

El sector agrícola constituye uno de los pilares del desarrollo y el progreso de la humanidad debido a su importancia, se le considera como vital para alcanzar los ODS; para lograrlo, se requiere la integración de riesgos en el marco de las políticas agrícolas. Entre 1991 y 2021, los desastres naturales originaron pérdidas de 3.8 billones de USD en el sector agropecuario, representando el 5% del PIB agrícola mundial. Por lo general, los países de ingresos bajos y medianos fueron los más perjudicados, con pérdidas relativas del 10% al 15% de su PIB agrícola (FAO, 2023a).

De acuerdo con la FAO (2023a), el cambio climático incrementó la intensidad de fenómenos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y temperaturas extremas, lo que redujo los rendimientos del sector agrícola.

El cambio climático incrementa la vulnerabilidad de los sectores agroalimentarios principalmente por el incremento de la intensidad de los fenómenos climáticos como olas de calor, sequías, inundaciones, dañando los cultivos. Es el caso de las temperaturas extremas, como el “estrés térmico”, que reducen los rendimientos de los granos de maíz y trigo. Asimismo, el cambio climático modifica los patrones de lluvia, afectando la disponibilidad de agua para el riego y humedad del suelo. De manera que las sequías han originado pérdidas agrícolas estimadas en 65% a nivel mundial (FAO, 2023a).

La agricultura intensiva genera múltiples desafíos ambientales, como la escorrentía de nutrientes excedentes, el uso de pesticidas químicos, la pérdida de biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero. Frenar estos efectos negativos de la agricultura, al tiempo que se alimenta a una población mundial en crecimiento, ya

es un desafío enorme, que probablemente se verá agravado por el cambio climático (Yan, 2024).

En ALC la intensificación del fenómeno del Niño ha originado fenómenos climáticos como sequías, inundaciones y alteraciones en los patrones de temperatura, Aproximadamente el 26% de las pérdidas son absorbidas por el sector agrícola. En ALC, donde el fenómeno del Niño origina una disminución de las precipitaciones, origina pérdidas en la producción de maíz, afectando a los grupos vulnerables, ejerciendo presión sobre los sistemas agroalimentarios que incrementan los precios, originando que las personas prefieran consumir alimentos más baratos y con menos nutrientes (FAO, 2023b). Asimismo, las personas de mayor vulnerabilidad dependen de la agricultura para subsistir.

Para delimitar el área de estudio de este trabajo, se tomó como referencia la región Apatzingán, según la clasificación del Servicio de Información Alimentaria y Pesquera (SIAP, 2025) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). La región está conformada por los municipios de Apatzingán, Buenavista, Zamora, Múgica, Nuevo Urecho, Parácuaro y Tepalcatepec. Con el objetivo de realizar un análisis más preciso, se decidió limitar el área de estudio de esta investigación al municipio de Apatzingán.

De acuerdo con la información del censo 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) el municipio de Apatzingán tiene una población de 126,191 personas. El 99 % de los asentamientos humanos de este municipio son de tipo rural, es decir, tienen menos de 2500 habitantes. Las actividades económicas predominantes en Apatzingán se relacionan con la agricultura, ya que sus principales productos de exportación son los aceites esenciales, seguidos de higos, piñas, aguacates y mangos (Secretaría de Economía [SE], 2025).

En relación con los efectos e influencia del cambio, resulta relevante revisar el concepto de “factores climáticos que causan impacto”, el cual se define como las condiciones físicas climáticas —como precipitaciones, cambios en la temperatura o humedad— que pueden tener un impacto directo en los sistemas ecológicos o humanos (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Los fenómenos naturales, especialmente en situaciones intensas de sequía, lluvias o aumento de las temperaturas, generan un riesgo significativo para los sectores productivos, como la agricultura. La persistencia de estos fenómenos intensificados puede generar pérdidas en las cosechas y cambios en los ciclos de cultivo, lo que lleva a un aumento en los costos de producción y dificultades en la distribución de alimentos, impactando en su calidad (Carlin *et al.*, 2023). Además, la literatura sostiene que los países clasificados como en desarrollo presentan una mayor exposición, ya que poseen una actividad agrícola intensiva (Nelson *et al.*, 2009).

El ENSO es un fenómeno característico que evidencia la complejidad de la variabilidad climatológica, producto de las interacciones entre los fenómenos de la atmósfera y el océano. (Pabón y Montealegre, 2017). El Niño es un fenómeno natural en el cual las aguas cercanas a la superficie del Océano Pacífico central y oriental elevan su temperatura de manera inusual, lo que causa cambios en la circulación atmosférica habitual desencadenando eventos extremos como tormentas o sequías en distintas

regiones y generando un incremento en la temperatura superficial promedio global. La Niña, por el contrario, se produce cuando estas mismas aguas enfrentan un enfriamiento extraordinario generando eventos extremos al igual que el ENSO, pero con efectos inversos sobre las condiciones atmosféricas superficiales ocasionando variaciones en sus efectos dependiendo de la posición geográfica y momento del año (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2014).

El ENSO puede ser catalogado como factor climático que causa impacto, pues la intensidad y la regularidad con la que se manifiesta lo hacen capaz de generar afectaciones en la agricultura poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, generando pérdidas económicas y reduciendo la calidad de vida (FAO, 2023b).

En el artículo de López y Hernández (2016) se sostiene que la evidencia analizada hasta entonces demostraba que, en el contexto latinoamericano, el cambio climático generaba efectos diversos pero importantes en el sector agrícola. De igual manera, en el estudio elaborado por Valdivia y Pareja (2023) se descubrió que en los eventos del Niño intensificado afectan de forma negativa en los ingresos generados en el sector agrícola en Bolivia. En Costa Rica, el trabajo de investigación elaborado por Fournier y Di Estefano (2004) determinaron que los indicadores climáticos sufrieron importantes modificaciones durante la manifestación del ENSO con consecuencias significativas en la floración y cosecha del café, así como en el tratamiento de la maleza.

En el caso mexicano los impactos del ENSO en la producción agrícola suelen ser variados, en el artículo de Granados *et al.*, (2011) se realizó un análisis de los indicadores climáticos que impactan en la agricultura. El estudio se elaboró en la región Centro-Oeste y se concluyó que existe un impacto importante en estos indicadores cuando se manifiesta el fenómeno de El Niño. De acuerdo con Magaña *et al.* (2023), en el caso de México el fenómeno del Niño se asocia con sequías por medio de la reducción de precipitaciones en las regiones centro, norte y noreste.

En el estado de Hidalgo se analizó el impacto del ENSO en la producción agrícola, los resultados muestran que los efectos son variables de acuerdo con las condiciones climáticas de cada región, sin embargo, se manifestaron pérdidas generales durante los años Niño y aumento o estabilidad en la producción durante los años Niña, se demuestra también que durante los eventos ENSO fortificados hubo una pérdida de hasta el 50 % de las áreas cultivadas (Quiroz-Jiménez *et al.*, 2023) Bojórquez-Serrano *et al.* (2020) indican que el fenómeno del Niño en el estado de Nayarit se asocia con incrementos de la temperatura originando la evapotranspiración de los cultivos, señalando que las plantas requieren más agua para su desarrollo, lo que disminuye los rendimientos de los cultivos como el maíz de temporal.

## Metodología para la cuantificación del riesgo agrícola en Apatzingán, Michoacán

Para esta investigación se elaboró un mapa de riesgo con la finalidad de observar y verificar de acuerdo con las investigaciones previas si el Niño (sequía) o la Niña (lluvias abundantes) impacta en la producción agrícola en Apatzingán y de qué manera lo hacen.

En un primer momento, es importante comprender el concepto de riesgo. De acuerdo con Rojas y Martínez, el riesgo es el grado de pérdida material ante un fenómeno natural, considerando las probabilidades de ocurrencia, y supera las habilidades de los humanos para hacer frente al fenómeno. Así el riesgo es un escenario donde se proyecta en el futuro la posibilidad de pérdidas económicas y psicosociales (Rojas y Martínez, 2011).

En este estudio se consideró como riesgo la proyección del grado de pérdida en los cultivos agrícolas ante el fenómeno natural del Niño y la Niña considerando las probabilidades de ocurrencia y determinando los efectos sobre la producción agrícola y el impacto de cada fenómeno natural conforme a lo que se ha presentado en el periodo 2003-2023. De acuerdo con lo anterior se describe la ecuación del riesgo propuesta por *Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator* (UNDRO) en 1979 (Rojas y Martínez, 2011):

$$R_t = (E)(H * V)$$

*R*: Número de pérdidas humanas, heridos, daños a la infraestructura, a la actividad económica debido a un evento desastroso.

*E*: Elementos bajo riesgo, por ejemplo, actividades económicas, población, edificaciones expuestas ante un evento en un área determinada, en este estudio es la producción agrícola ante el fenómeno del ENSO en la región agrícola de Apatzingán.

*H*: Amenaza, que se entiende como la probabilidad de que se presente un evento desastroso como el Niño o la Niña en un periodo de tiempo y en un sitio dado, aquí incorporamos la recurrencia histórica de la Niña y el Niño en el periodo 2003-2023 en Apatzingán.

*V*: Vulnerabilidad es el grado de pérdida de un conjunto de elementos bajo riesgo, resultado de la probabilidad de un evento desastroso, se cuantifica de 0 a 1, el 0 es que no hay ninguna pérdida y el 1 existe pérdida total.

Se realizó un mapa de riesgo para analizar la incidencia de los grados de intensidad del Niño sobre el riesgo en la producción agrícola del municipio de Apatzingán. Los grados de intensidad del Niño van desde Niño débil, débil moderado, moderado, moderado a fuerte y fuerte. Para ello se determinó la probabilidad de manifestación del Niño para cada una de sus intensidades y su relación con el riesgo de pérdida ante cada tipo de Niño. Siguiendo el enfoque de Kaplan y Mikes (2016) el cual aborda la importancia de los mapas de calor o de riesgos para cuantificarlo ante diversos escenarios, considerando los riesgos externos como es el caso del fenómeno del Niño.

**Tabla 1**  
**Riesgo Agrícola ante el Niño en Apatzingán.**

Probabilidad	Amenaza (Probabilidad)	Riesgo de afectaciones en cultivo (Impacto)
Niño débil	14.3%	2.6%
Niño débil a moderado	4.8%	-0.7%
Niño moderado	0.0%	0.0%
Niño moderado a fuerte	4.8%	-2.1%
Niño fuerte	19.0%	-12.4%
Niño	42.9%	-12.5%

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2025).

Los resultados del mapa de riesgo indican que la probabilidad de Niño débil es de 14.3%, se demuestra además que esta intensidad del fenómeno no impacta de manera negativa en la producción agrícola. En cambio, si la intensidad del Niño es de moderado a fuerte y moderado genera efectos negativos en la producción agrícola con un riesgo de 2.1% y 12.4% respectivamente como fue el caso de los últimos años en los que se presentó el fenómeno del Niño con intensidad fuerte que disminuyó la producción en Apatzingán. En este caso en Apatzingán el riesgo relacionado con el Niño fuerte fue de -12.4%. Con un riesgo acumulado de -12.5%. Si observamos la tabla 1 se detecta que el Niño fuerte presenta mayor probabilidad histórica y es el que presenta mayor impacto negativo en la producción agrícola. A continuación, en la tabla 2 se encuentran los efectos de la Niña que representan lluvias abundantes y su efecto en la producción agrícola de Apatzingán.

**Tabla 2**  
**Efecto en el riesgo agrícola ante la presencia de la Niña.**

Probabilidad	Amenaza (Probabilidad)	Riesgo de afectaciones en cultivo (Impacto)
Niña débil	4.8%	0.2%
Niña débil a moderada	0.0%	
Niña moderada	19.0%	95.1%
Niña fuerte	23.8%	27.6%
Niña global	47.6%	122.8%

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2025).

Se observa que la Niña origina efectos positivos en la producción agrícola de Apatzingán, por lo tanto, se genera un riesgo positivo y no genera como tal un daño la lluvia abundante en Apatzingán, en los períodos en los que se ha presentado la Niña. La Niña desde moderada a fuerte genera efectos positivos.

A continuación, en la figura 1 se encuentra un mapa de riesgo donde se considera solamente el fenómeno del Niño ya que es el que origina daños en la producción agrícola en Apatzingán.

**Figura 1  
Mapa de riesgo.**

		Matriz de Riesgo del Niño					
		Muy alta	Más de 13			NF	Niño glob
Frecuencia (Probabilidad histórica %)	Alta	10-12.9					
	Media	7 - 9.9					
	Baja	3.1-6.9	NDM y NMF				
	Muy baja	0-3	NM				
		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
		%	0-3	3.1- 6.9	7- 9.9	10-12.9	Más de 13
Impacto (%)							

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2025).

Se observa que Niño Moderado (NM) presentó muy baja probabilidad de 0% y por lo tanto el impacto en el riesgo es muy bajo de 0%. En cambio, el Niño de Moderado a Débil (NDM) y Niño Moderado a Fuerte (NMF) presentó una baja probabilidad de 4.8% y un impacto en el riesgo de 2.1% siendo un impacto negativo muy bajo. En cambio, el Niño fuerte (NF) ha presentado mayor recurrencia histórica en los últimos años, así una probabilidad de 19% y con un impacto en el riesgo de pérdidas de 12.4%, el (NF)es un riesgo muy alto clasificándolo como en inadmisible y por lo tanto debe ser tratado de manera urgente al colocarse en la zona roja, siendo un peligro inminente para la producción agrícola. De lo anterior, el riesgo acumulado del Niño es elevado con un impacto negativo de 12.5% acumulado, siendo un impacto muy alto y con una probabilidad de 42.9% siendo muy alta y por lo tanto su inminente peligrosidad por la frecuencia y el impacto, por lo que urgen medidas para reducir el riesgo del Niño.

## Propuesta de solución

El cambio climático, el crecimiento poblacional y el desarrollo económico exigen transformar rápidamente los sistemas alimentarios hacia modelos más sostenibles y resilientes. Para ello, es necesario ampliar el uso de prácticas agrícolas sostenibles ya comprobadas, superar las barreras socioeconómicas que limitan su adopción e invertir en investigación para desarrollar procesos y alimentos alternativos accesibles que impulsen dietas saludables y sostenibles (Yang *et al.*, 2024).

## Acciones estratégicas para políticas públicas.

- Fomentar y apoyar el financiamiento para la contratación de seguros, mediante apoyos públicos, fideicomisos de las organizaciones agrícolas y mecanismos de financiamiento colectivo de los productores para apoyar a los más vulnerables frente a pérdidas ocasionadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos.

- Mejorar la resiliencia de las comunidades rurales.
- Establecimiento de alertas tempranas e inversión en sistemas de información.
- Gestionar una planificación de la producción agrícola para cuando sea año Niño que se cosechen cultivos más resistentes a la sequía.
- Adoptar medidas de gestión y uso sustentable del agua.
- Adoptar tecnología de riego con internet de las cosas e IA para ahorrar agua

## Contribución social

Se pretende ampliar la divulgación sobre los efectos del cambio climático en el fenómeno del ENSO y, con ello, ampliar el conocimiento sobre la región de la Tierra Caliente de Michoacán. Esto apoya en términos culturales y pone el tema en la mesa para que los productores, autoridades, funcionarios públicos y legisladores retomen estos temas con la importancia que ameritan.

## Referencias

- Bojórquez-Serrano, J., Vidal-Martínez, V. Álvarez-Bravo, A. & Coutiño-Estrada, B. (2020). Influencia del niño oscilación del sur sobre el rendimiento de maíz de temporal en Nayarit. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1413–1421. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2572>
- Secretaría de Economía (2025). Perfil geográfico de Apatzingán. DataMéxico. [Base de datos]. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/apatzingan?redirect=true>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2025). Anuario estadístico de la Producción Agrícola. [Base de datos].[https://nube.agricultura.gob.mx/cierre\\_agrlicola/](https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agrlicola/)
- Granados, R., Aguilar, G., Díaz, G. & Medina, M. D. (2011). Alteraciones de los indicadores agroclimáticos en años con presencia del fenómeno el Niño en la región centro-occidente de México. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820590>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo de Población y Vivienda 2020: Tabulados básicos. [Base de datos]. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados>
- Food and Agriculture Organization (2023a). *The Impact of Disasters on Agriculture and Food Security 2023*. Roma. 10.4060/cc7900en.
- Food and Agriculture Organization (2023b). *El fenómeno de El Niño en agricultura, ganadería, pesca y acuicultura: Pronósticos y recomendaciones para la acción*. Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cc7897es>
- Fournier, L. A. & Di Stefano, J. F. (2004). Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 28(1), 101-120. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628110>