

# Cambio climático y el agro mexicano: desafíos alimentarios

## *Climate change and Mexican agriculture: food challenges*

*Guillermo N. Murray Tortarolo, Alma Mendoza Ponce, Mario Martínez Salgado y  
Karla Sánchez Guijosa*

### Resumen

El cambio climático es una realidad que ya nos alcanzó. Sus impactos son y serán diversos, pero sobre todo tiene serias implicaciones en la producción de alimentos. México es susceptible a los extremos en el clima, particularmente la sequía, misma que impacta de manera profunda las relaciones entre la producción de alimentos y la sociedad. En este artículo te contamos cómo el cambio climático ha impactado la producción de alimentos en México, y la manera en que esto se traduce en cambios en la ocupación agraria y en la migración hacia Estados Unidos. Finalmente te presentamos algunas alternativas y soluciones para hacer frente a este fenómeno, de modo que impidamos los peores impactos socioecológicos. Al final, clima-alimentos-sociedad forman un continuo, y alterar a uno genera impactos en los otros. Depende de nosotros como sociedad cambiar la forma en que nos relacionamos con nuestra producción de alimentos.

**Palabras clave:** sequía, eventos extremos, producción agrícola, migración, cambio climático.

### CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

Murray Tortarolo, Guillermo N., Mendoza Ponce, Alma, Martínez Salgado, Mario y Sánchez Guijosa, Karla. (2024, mayo-junio). Cambio climático y el agro mexicano: desafíos alimentarios. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(4). <http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.4.5>

### Abstract

Climate change is upon us. Its impacts are diverse, but food production has been particularly altered. Mexico is vulnerable to extreme events, especially drought, which deeply impacts the relationship between food production and society. In this article we show you how climate change has impacted food production in Mexico; and the way this translates into changes in agrarian occupancy and migration to USA. Finally, we present some alternatives and solutions to face this phenomenon, so we can prevent the worst socioecological impacts. In the end, climate-production-society are a continuous, and altering one element has impacts in the others. Is up to us, as a society, to change the way we relate to our food production systems.

**Keywords:** drought, extreme events, food production, migration, climate change.

### Guillermo N. Murray-Tortarolo

*Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Morelia*

Investigador titular en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Se dedica a la investigación y enseñanza del cambio climático. Es un fanático de la divulgación de la ciencia, y ha tenido la fortuna de tener grandes maestros y maestras en ese camino.

 [gmurray@iies.unam.mx](mailto:gmurray@iies.unam.mx)

 [0000-0002-5620-6070](https://orcid.org/0000-0002-5620-6070)

### Alma Mendoza Ponce

*Instituto de Ecología, Xalapa y Programa de Investigación en Cambio Climático (UNAM)*

Bióloga y maestra por la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con un máster en Conservación y Manejo de Especies en Tratado Internacional por la Universidad Internacional de Andalucía y un doctorado en Ciencias Ambientales y Atmosféricas por la Universidad de Edimburgo. Ha realizado tres estancias postdoctorales: una en el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA), otra en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM y una más en el Instituto de Ecología. Sus áreas de especialización son los modelos de cambios de usos y de coberturas del suelo.

### Mario Martínez Salgado

*Unidad de Investigación sobre Representaciones Culturales y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Morelia*

Doctor en Estudios de Población y Maestro en Demografía por El Colegio de México, además de Actuario por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, es investigador de tiempo completo en la Unidad de Investigación sobre Representaciones Culturales y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México en Morelia. Su investigación se centra en temas como familia y curso de vida, uso del tiempo y trabajo no remunerado, y métodos de investigación social cuantitativos.

 [mmartinez@enesmorelia.unam.mx](mailto:mmartinez@enesmorelia.unam.mx)

 [0000-0002-8979-0250](https://orcid.org/0000-0002-8979-0250)

### Karla Sánchez Guijosa

*Posgrado en Ciencias de la Sustentabilidad (UNAM)*

Maestra en Ciencias de la Sostenibilidad y Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional Autónoma de México. Su investigación se concentra en la variación del clima y su incidencia en cambios demográficos.

**E**l cambio climático es una realidad en el presente y muy posiblemente empeore antes de estabilizarse y mejorar. Sus impactos en nuestro planeta son muchos: derretimiento de hielos perpetuos, aumento de tormentas de rayos, de huracanes y de sequías, por mencionar algunos. Las consecuencias para los ecosistemas y los seres humanos ya se están viviendo, por lo que desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación es una prioridad en la investigación y la toma de decisiones.

Uno de los sectores más impactados por el cambio climático es la producción de alimentos, ya que depende de un clima predecible para poder cultivar de manera cíclica y mantener al ganado. Las alteraciones globales a la temperatura y a la precipitación han tenido como resultado una pérdida en la producción de alimentos y con ello ha aumentado la inseguridad alimentaria a diferentes escalas.

La producción de alimentos en México es particularmente sensible al clima, y, por lo tanto, al cambio climático. Más de la mitad del área del país está destinada a la producción de alimentos en formas de manejo dependientes de una precipitación recurrente en tiempo y forma (por ejemplo, agricultura de temporal o pasturas) (SIAP, 2024). En consecuencia, los medios de subsistencia de al menos 6 millones de habitantes del país (INEGI, 2024) —aunque posiblemente de hasta 20 millones— están íntimamente ligados al clima. A raíz de lo anterior, el estudio de este continuo clima-alimentos-sociedad es fundamental para la correcta guía de las políticas públicas de adaptación y mitigación frente al cambio climático.

En este artículo narramos cómo la variabilidad climática, los extremos y el cambio climático han impactado la producción de alimentos en el país, y cómo esto a su vez ha tenido una cascada de consecuencias sociales. Al final te contamos el tipo de alternativas que son necesarias para reducir la vulnerabilidad de nuestro agro frente a los peores escenarios.

## ¿Qué sabemos de los impactos del cambio climático en la producción de alimentos en México?

El cambio climático está afectando a los cultivos en México. En una investigación reciente, revisamos todos los artículos científicos que pudimos encontrar sobre la relación entre el cambio climático y la producción agraria mexicana (Mendoza-Ponce et al., 2023). Obtuvimos 96 resultados, a toda clase de escalas temporales y espaciales (municipal, estatal y nacional). Con ello nos dimos cuenta de que hay poca diversidad de los cultivos analizados. Por ejemplo, más de la mitad de los estudios se enfocan en el maíz (37%) y el café (37%); además, gran parte de los estudios son estatales (60%), en los que sobresalen los estados de Veracruz (18%), Puebla (13%), Michoacán (10%), y Jalisco (8%).

Pese a dichas limitantes, nos percatamos de que existe una concurrencia entre los resultados. Los estudios para el maíz muestran un decremento en la producción de temporal de hasta 10% a nivel nacional, con disminuciones regionales de hasta 80% (Murray-Tortarolo et al., 2018), 84% (Arce-Romero et al., 2020), o 42.6% (Estrada et al., 2022). Hay autores que sugieren que estas disminuciones se darán por el aumento en la temperatura, mientras que otros estudios lo atribuyen en su mayoría a la disponibilidad de agua y a la duración de la temporada de secas, principalmente en el noreste y sur del país (Arce-Romero et al., 2020; Murray-Tortarolo et al., 2018). En el caso del café se muestran impactos con disminuciones de 42.5% y 23.4% para el café de riego y de temporal, respectivamente (Gay et al., 2006). Para el trigo se proyectan decrementos de hasta 23.3% para temporal y 20.0% para riego hacia 2050 (Hernandez-Ochoa et al. 2018). Y, debido a mayores temperaturas y reducciones en precipitación, el frijol podría tener decrementos de 10% a 40% (Arce-Romero et al., 2020).

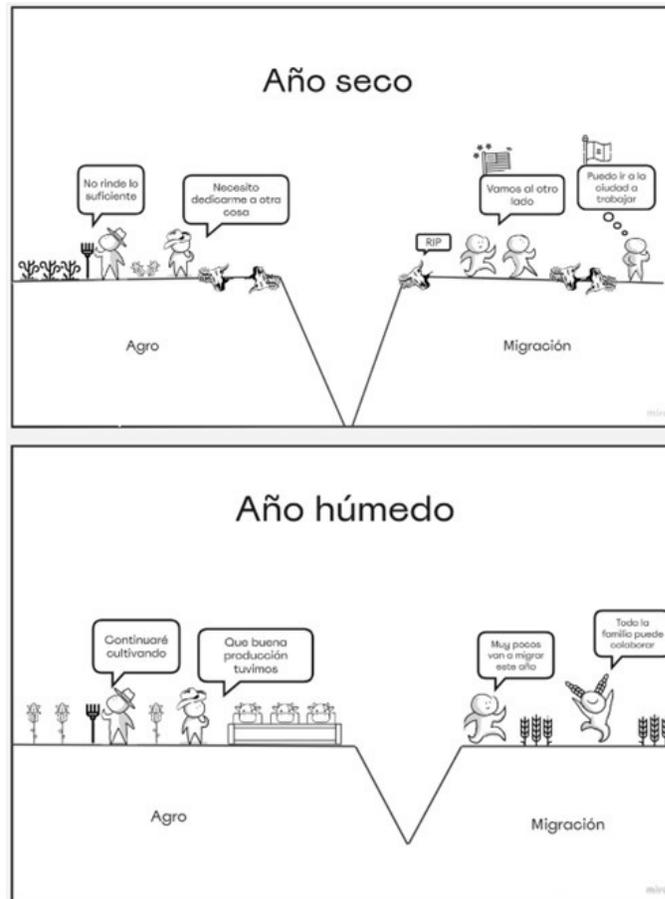
En otras palabras, sabemos que el cambio climático está impactando e impactará el rendimiento y la producción de los cultivos en México, con un mayor efecto en la producción de temporal. No obstante, la muestra de cultivos con la que contamos es aún limitada y hacen falta muchas más investigaciones en otros alimentos. ¿Qué pasará con la cebada, el aguacate, el jitomate, las bayas (fresas, frambuesas, zarzamoras y arándanos), por mencionar algunos? Son preguntas para las que aún no tenemos respuesta. Por supuesto que el impacto no se restringe a la agricultura, la ganadería también se ha visto fuertemente afectada, sobre todo por las intensas sequías que han asolado al país recientemente, otro tema del que hay pocos estudios.

## Variabilidad climática y abandono del campo

Los impactos de la baja en la producción de cultivos no son sólo económicos; también generan una reestructuración en la población y en sus actividades diarias. En nuestra investigación hemos visto que uno de los principales impactos de la falta de precipitaciones es la disminución inmediata de la ocupación en el campo mexicano; en particular, para las personas dedicadas a la ganadería y la agricultura de temporal. Por ejemplo, durante las sequías de 1982 y 1987 la población ocupada en la ganadería se redujo en un 20 y 15%, respectivamente, y en la agricultura de temporal hubo un éxodo de 9 y 12% registrado en el año siguiente a las sequías (Sanchez-Guijosa et al. En preparación)

También vimos que las decisiones sobre la ocupación agraria están determinadas por la cantidad de agua. Años con altas precipitaciones aumentan el cambio interno en la actividad agrícola a consecuencia de la búsqueda de maximización de ingresos; por ejemplo, le decisión de sembrar alfalfa en lugar de maíz, o dedicarse a criar vacas en lugar de la milpa. Mientras que años secos disminuyen la cantidad de gente que entra al agro y favorecen el mantenimiento de las mismas actividades (en particular de formas de manejo menos propensas a sufrir pérdidas).

De esta manera, clima y producción se ligan con calidad de vida, ingreso y decisiones en el medio rural. Lógicamente, las decisiones se vuelven más críticas y difíciles entre más trascendental sea un evento (por ejemplo, frente a una inundación o una sequía), lo que lleva a una mayor reorganización en el agro mexicano y, en casos extremos, a su abandono (ver figura 1).



**Figura 1.** Ejemplo de los impactos y decisiones que provoca la variabilidad climática en el agro mexicano, su abandono y la migración a Estados Unidos. Crédito: elaboración propia.

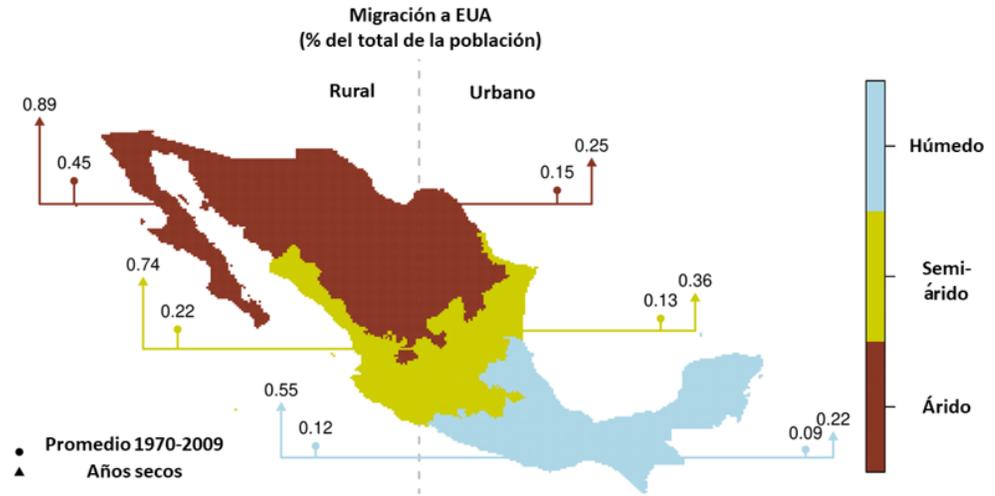
## Sequía y migración del medio rural

Como resultado de la pérdida de cultivos durante años secos, los cambios en el agro y la pérdida de ingresos económicos también se da otro proceso: un aumento en las tasas migratorias de México a Estados Unidos. En ese sentido, estudiamos la influencia que han tenido las sequías más extremas de cada década en la migración hacia nuestro vecino del norte desde 1970 hasta 2009. Encontramos que inequívocamente, el año más seco de cada década coincide con las tasas migratorias más altas, con el máximo registrado durante la sequía de 1999 a 2001 (Murray-Tortarolo y Martínez-Salgado, 2020). En otras palabras, con la sequía se va la gente de México hacia Estados Unidos.

Más preocupante aún es que el impacto de la sequía en la migración no se distribuye de forma equitativa entre la población. La migración, así como el

impacto que tiene la sequía, es mucho mayor en zonas rurales áridas, en contraposición a ambientes húmedos urbanos (ver figura 2). Si bien la sequía incrementa la migración en todas las zonas de nuestro país, el aumento es más vertiginoso en los ambientes rurales. En ese sentido, durante la sequía, la tasa migratoria de ambientes rurales áridos llegó a ser casi del 1%, o sea, 1 de cada 100 personas migró. Entonces, la sequía, no sólo afecta la producción de alimentos, sino al bienestar de nuestro país.

**Figura 2.** Migración de México a Estados Unidos (% del total de la población) de 1970 a 2009 y en años secos, dividiendo al país en ambientes rurales contra urbanos y comparando distintas zonas climáticas. Los resultados muestran un mayor impacto de la sequía en las zonas rurales áridas que en las urbanas húmedas. Crédito: figura redibujada de la original de Murray-Tortarolo y Salgado (2020).



## En búsqueda de una seguridad agraria, alimentaria y social

Como te hemos contado hasta aquí, el cambio climático para nuestro país y particularmente la falta de agua significan una afectación enorme a nuestra sociedad. No se trata únicamente del riesgo que implica para la producción de alimentos —y junto con ello la escalada de precios para los consumidores—, sino de una alteración del mismo tejido social, que lleva a una reestructuración de la ocupación poblacional y hasta aumentos en la migración. El abandono rural ocasionado por la sequía también implica una mayor presión en los ambientes urbanos, lo que tiene una serie de consecuencias negativas. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de comenzar a generar alternativas para hacer frente a la sequía en el agro y evitar los peores escenarios.

Con base en lo anterior, cualquier alternativa para que el agro pueda hacer frente a la sequía y a la variabilidad climática se transforma en una propuesta con beneficios económicos y sociales. Cuando pensamos en soluciones para hacer frente a los problemas ambientales, hay tres grandes posibilidades: soluciones basadas en la tecnología, en la naturaleza y en la sociedad. Aunque, lejos de verlas por separado, las acciones de mitigación y adaptación implican la integración de las tres esferas.

Para el campo mexicano las acciones basadas en la tecnología tienen que ver sobre todo con el mejoramiento de nuestros sistemas de riego: por ejemplo,

sustituyendo el riego de cielo abierto por **aspersión por goteo o riego subterráneo**. Las alternativas basadas en la naturaleza implican modificar las formas de manejo de los cultivos, pensando en pasar del manejo agroindustrial de monocultivo a prácticas alternativas como **sistemas silvopastoriles y agroforestales**, con un manejo agroecológico y la introducción de especies resistentes a la sequía.

Finalmente, las soluciones basadas en la sociedad implican cambiar las formas de relación de los individuos, dejar de pensar en la producción de alimentos como una acción individual y comenzar a generar manejos comunitarios de los bienes. En la figura 3, damos algunos ejemplos de este tipo de soluciones, cada uno de los cuales tiene su propia línea de investigación y aplicación. No obstante, existen muchísimas propuestas, todas las cuales necesitan de la participación de nuestra sociedad.



**Figura 3.** Algunas posibles soluciones para hacer frente a los impactos del cambio climático en el agro mexicano. Crédito: elaboración propia.

Independientemente del camino que se escoja y la solución que se aplique, lo cierto es que las formas de manejo actuales son insostenibles. Es urgente repensar cómo se producen los alimentos, pero también la relación que tenemos como sociedad con los mismos. Hay que entender que no se trata únicamente de producción e ingresos sino de la misma estructura social y de la manera en la que está ocupado nuestro país. Hacer frente al cambio climático desde el agro, con conocimiento científico y una correcta toma de decisiones, significa prevenir impactos para toda la sociedad, particularmente la más vulnerable.

## Referencias

- ❖ Arce Romero, A., Monterroso Rivas, A. I., Gómez Díaz, J. D., Palacios Mendoza, M. Á., Navarro Salas, E. N., López Blanco, J., y Conde Álvarez, A. C. (2020). Crop yield simulations in Mexican agriculture for climate change adaptation. *Atmósfera*, 33(3), 215-231. <https://tinyurl.com/37ued3d4>
- ❖ Estrada, F., Mendoza-Ponce, A., Calderón-Bustamante, O., y Botzen, W. (2022). Impacts and economic costs of climate change on Mexican agriculture. *Regional Environmental Change*, 22(4), 126. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01986-0>

- ❖ Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., y Villers, L. (2006). Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*, 79(3), 259-288. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9066-x>
- ❖ Hernandez-Ochoa, I. M., Asseng, S., Kassie, B. T., Xiong, W., Robertson, R., Pequeno, D. N. L., Sonder, K., Reynolds, M., Babar, M. A., Molero Milan, A., y Hoogenboom, G. (2018). *Climate change impact on Mexico wheat production. Agricultural and Forest Meteorology*, 263, 373-387. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.09.008>
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>
- ❖ Mendoza-Ponce A., Ortiz Haro, G. A., Murray-Tortarolo G. N., y Salazar Frausto, J. L. (2023). Agricultura y cambio climático en México. En *Estado y perspectivas del cambio climático en México. Un punto de partida* [Reporte técnico]. Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM. <https://tinyurl.com/26m77kxk>
- ❖ Murray-Tortarolo, G. N., Jaramillo, V. J., y Larsen, J. (2018). Food security and climate change: the case of rainfed maize production in Mexico. *Agricultural and Forest Meteorology*, 253-254, 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.02.011>
- ❖ Murray-Tortarolo, G. N., y Salgado, M. M. (2021). Drought as a driver of Mexico-US migration. *Climatic Change*, 164, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03030-2>
- ❖ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). <https://www.gob.mx/siap>