

Maíz nativo en Sinaloa: factores agroclimáticos y socioculturales que limitan su productividad

Jesús Mireya Higuera-Rubio^{1,2}

Grethel Priscila Gaytán-Pinzón^{1,2}

Ayesha Y. Peraza-Magallanes²

Eduardo Sandoval-Castro²

Estuardo Lara-Ponce³

Carlos L. Calderón-Vázquez^{2,§}

1 Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación-Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Sinaloa. Guasave, Sinaloa, México.

2 Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave, Sinaloa.

3 Universidad Autónoma Indígena de México. Los Mochis, Sinaloa, México.

Autor para correspondencia: ccalderon@ipn.mx.

Resumen

El estado de Sinaloa es reconocido internacionalmente por su alta producción de maíz a partir de híbridos comerciales y sistemas tecnificados. Sin embargo, también se cultiva maíz nativo por pequeños productores, principalmente en la zona serrana. Dicha práctica ha observado una fuerte reducción en la superficie de siembra así como variabilidad en su producción. El objetivo fue i) identificar los principales factores agroclimáticos y socioculturales que han influenciado la reducción de superficie destinada al cultivo de maíz nativo; y ii) analizar la variabilidad en los volúmenes de producción de estos maíces en las regiones norte del estado de Sinaloa. Los datos fueron categorizados en cuantitativos y cualitativos, los primeros se analizaron mediante un Anova de una sola vía y correlación de Pearson, mientras que los cualitativos se analizaron por análisis de contenido. El análisis de datos históricos de 1980 a 2023 indican una reducción sustancial del 88.6% en la superficie de siembra dedicada al cultivo de maíz nativo, mientras que la producción es muy variable entre cosechas. Esto, como resultado de la disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas. Asimismo, la falta de disponibilidad de políticas públicas, la inseguridad y la migración de jóvenes hacia las zonas urbanas, ha orillado a los pequeños productores a considerar el abandono de las prácticas tradicionales de maíz, disminuyendo la producción de maíz nativo de temporal y poniendo en riesgo la diversidad genética del maíz, comprometiendo la seguridad alimentaria de las comunidades.

Palabras claves:

milpa, precipitación, rendimiento de maíz.



Introducción

El estado de Sinaloa se caracteriza por ser líder nacional en producción de maíz comercial, con más de 6.6 millones de toneladas durante 2023, lo que representó el 24.2% de la producción nacional (SIAP, 2023). Para el 2023, en Sinaloa el 97.5% de las hectáreas se destinó para la siembra de maíces híbridos con riego y solo el 2.5% se utilizó para la siembra de semillas nativas las cuales se siembra en periodo de lluvias en las zonas serranas debido a las condiciones climáticas y geográficas de la región (SIACON, 2023).

De acuerdo a los datos históricos reportados por SIACON (2023), en los años ochenta el maíz nativo de temporal se sembraba en más hectáreas (156 015 ha de maíz, con un 76.3%) bajo condiciones de temporal y solo 36 901 ha de riego. A partir de 1991, esta tendencia cambió. La mayor parte de la superficie sembrada pasó a sistema de riego con híbridos comerciales (SIACON, 2023), esto en gran medida por la tecnificación y construcción de presas (Mancera-González, 2022). Desde entonces, estos incrementos han resultado en una considerable reducción de superficie dedicada al cultivo de maíces nativos de temporal de hasta el 88%, mientras que la producción ha sido variable (con valores desde 11 057 t hasta 110 428.8 t) a lo largo de los años (SIACON, 2023).

Los principales municipios dónde se cultiva maíz nativo de temporal en Sinaloa son: Mocorito (3 130 ha), San Ignacio (2 236 ha), Badiraguato (2 180 ha), Cosalá (1 816 ha), Rosario (1 355 ha) y municipio de Sinaloa (851 ha). Este último con grandes pérdidas de extensión de siembra respecto al 2022 (SIACON, 2023).

Diversos estudios realizados por Ureta *et al.* (2020); Zhang *et al.* (2022); Simanjuntak *et al.* (2023); Cruz-González *et al.* (2024); Zhao *et al.* (2025), mencionan que los aspectos climáticos y las características socioeconómicas influyen en la productividad del cultivo de maíz nativo, sembrados en tiempos de lluvia y de riego en la región de Sinaloa.

El cambio climático ha ocasionado cambios en los patrones de temperatura y precipitación pluvial, influyendo de manera negativa en el rendimiento de grano en diferentes regiones de México (Cruz-González *et al.*, 2024), la temperatura es el factor más influyente en el rendimiento en condiciones de sequía (de temporal), mientras que la precipitación ha sido el principal factor en los cultivos de riego (Ureta *et al.*, 2020).

En cuanto a aspectos socioeconómicos, se ha encontrado que la falta de acceso a la tecnología, financiamiento y asistencia técnica en las zonas serranas y de la región indígena Yoreme-Mayo, reduce la capacidad de respuesta a desafíos climáticos, dejando a la población rural vulnerable ante la disminución de su producción que es para autoconsumo (Lara-Ponce *et al.*, 2017), a diferencia de los medianos y grandes productores de la zona del Valle del estado, donde su producción es a gran escala y de comercialización y gozan de beneficios de las políticas públicas y apoyos gubernamentales (Ibarrola-Rivas *et al.*, 2020).

En Sinaloa, se ha analizado la importancia de la producción de maíz (Zúñiga-Espinoza, 2023), su impacto socioeconómico (Gerardo-Montoya y Armenta-Bojórquez, 2010) e implicaciones ambientales de su producción, pero enfocándose en maíz híbrido (Cruz y Leos, 2019). Para maíces nativos, se ha estudiado la diversidad genética y caracterizado fenotípica y agronómicamente (Pineda-Hidalgo *et al.*, 2013; Linares-Olguín *et al.*, 2019); sin embargo, sobre el cultivo de maíz nativo en Sinaloa, se conoce muy poco sobre los principales factores que impactan su productividad.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo: i) identificar los principales factores agroclimáticos y socioculturales que han influenciado la reducción de superficie destinada al cultivo de maíz nativo; y ii) analizar la variabilidad en los volúmenes de producción de estos maíces en las regiones norte del estado de Sinaloa. Se hipotetiza que la producción de maíz nativo, de temporal en zonas rurales del norte de Sinaloa se ha visto afectada por factores agrícolas, económicos, climáticos y sociales que afectan la disminución de superficie de siembra y pone en peligro la agrobiodiversidad de maíces nativos en Sinaloa. Los hallazgos de este trabajo podrían ayudar a visibilizar la situación de riesgo de la diversidad genética del maíz nativo y clarificar los factores que debilitan la seguridad alimentaria de las comunidades locales.

Materiales y métodos

Se consultaron y descargaron los registros históricos de la producción (t), superficie de siembra (ha) y rendimiento de grano (t ha^{-1}) de maíz nativo en el estado de Sinaloa, durante el periodo 1980-2023 (SIACON, 2023). Se analizaron también los registros históricos de precipitación anual durante el mismo periodo en la plataforma de la Comisión Nacional del Agua y Servicio Meteorológico Nacional. Asimismo, se consultó la base de datos de INEGI (2019), para identificar zonas de siembra de maíz nativo.

Como herramienta exploratoria, se diseñó una encuesta semiestructurada, seccionada en tres apartados: factores agro-económicos, agroclimáticos y socioculturales. Se obtuvieron datos del sistema de cultivo, producción y tamaño de parcela, costos de producción, períodos y tipos de siembra, herramientas e inclusión de tecnología, presencia de roedores y enfermedades, tratamientos de cosecha, destino de producción, si seguirá sembrando, ¿cómo ha afectado el clima a su cosecha?, así como también si ha sido beneficiado o no de programas gubernamentales. La encuesta se aplicó durante noviembre de 2023 a julio de 2024, en un esquema bola de nieve.

Los encuestados fueron elegidos con los siguientes criterios: a) ser miembro de familia; b) vivir en zonas rurales e indígenas de la región norte del estado de Sinaloa; y c) practicar la siembra de maíz nativo. Los resultados de las encuestas se analizaron junto con los datos del apartado VII: agricultura, subsegmentos: producción agrícola, cultivos practicados, área sembrada, área cosechada, producción, destino de producción, uso de fertilizantes y abonos, tecnología en la agricultura y factores ambientales que afectan la cosecha de la Encuesta Nacional Agropecuaria, aplicada en 2012, 2014, 2017 y 2019 (<https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>) de las mismas zonas.

Los datos fueron categorizados en datos cuantitativos y cualitativos, los primeros se analizaron mediante un Anova de una sola vía simple y correlación de Pearson usando el software estadístico R (R Core Team, 2021), mientras que los cualitativos se analizaron a través de análisis de contenido (Vizcarra *et al.*, 2015).

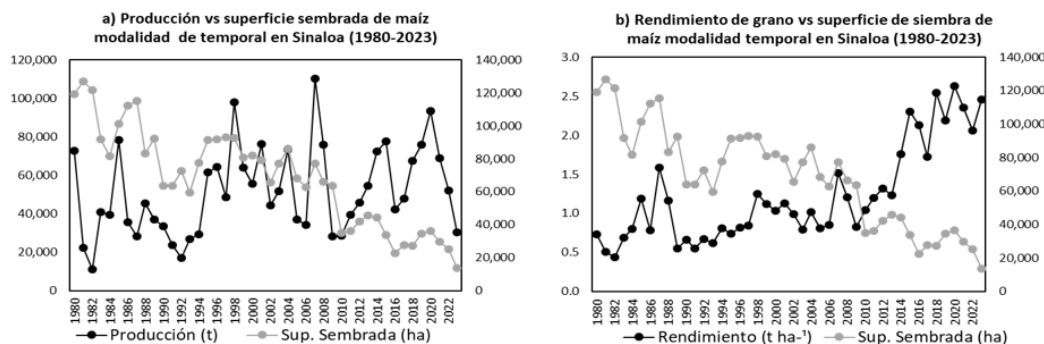
Resultados y discusión

Disminución de la superficie de siembra y variabilidad de la producción de maíz nativo de temporal en Sinaloa.

En 1980 Sinaloa apenas figuraba como un estado productor de maíz, con poco más de 62 700 t en modalidad de riego y 72 732 t en temporal (SIACON, 2023). A partir de 1991, la mayoría de la superficie de siembra pasó a la modalidad de riego como resultado del aumento en infraestructura (construcción de presas), avances tecnológicos, adopción de variedades mejoradas, incentivos económicos. Para ese año, ya se sembrarán más de 155 000 ha en dicha modalidad, produciéndose alrededor de 144 577 t, hasta alcanzar más de 6 625 812 t en el 2023 (SIACON, 2023).

El panorama para los maíces nativos fue completamente diferente. En la Figura 1 se muestra la producción, superficie destinada a maíz nativo de temporal y rendimiento de grano de 1980 a 2023. Se puede observar una notable disminución de la superficie de siembra (119 114 ha en 1980 a 13 547 ha en el 2023). Es decir, la superficie de siembra de maíz nativo de temporal se redujo en más del 88%.

Figura . a) producción vs superficie sembrada (1980-2023); b) rendimiento de grano vs superficie sembrada (1980-2023). Producción (t), superficie de siembra (ha) y rendimiento (t ha^{-1}) de maíz de temporal en Sinaloa durante el periodo 1980-2023 (SIACON, 2023).



Interesantemente, aunque la superficie sembrada tuvo una constante reducción, la producción fue variable (Figura 1a), con valores máximos de producción en 2007 (110 428.8 t) y valores mínimos de 11 057 t en 1982. A partir de 2020 la producción disminuyó hasta llegar a 30 518 t en 2023. En cuanto al rendimiento de grano en modalidad de temporal durante 1980, se registró un valor de 0.72 t ha^{-1} , mientras que para 2023 subió a 2.46 t ha^{-1} , lo que contrasta con la gran disminución de la superficie de siembra (Figura 1b). Este paulatino aumento en el rendimiento reportado en SIACON (2023) contrasta con lo declarado por productores en las encuestas realizadas en el 2024 (0.876 t ha^{-1}).

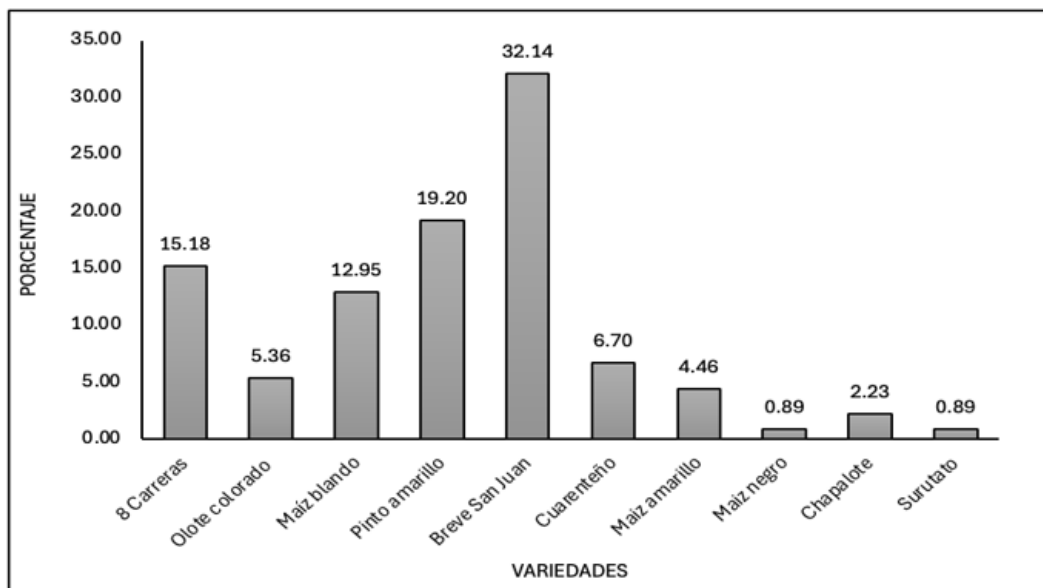
El análisis productivo del maíz de temporal en Sinaloa, resalta una muy considerable reducción de la superficie sembrada, lo que nos incita a cuestionar ¿qué pasará con la conservación de las variedades nativas, valiosas para la cultura local, en los siguientes años? Se prevén escenarios desalentadores. Diversos estudios han reportado catorce razas de maíz en Sinaloa incluyendo Bofo, Blando de Sonora, Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Elotero de Sinaloa, Jala, Onaveño, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla y Vandefño (Pineda-Hidalgo *et al.*, 2013; Linares-Olguín *et al.*, 2019), que representan el 23% de la variación genética racial nacional (Linares-Olguín *et al.*, 2019).

Los productores año tras año resguardan sus semillas de manera artesanal para la siguiente temporada. Si se continúa con la reducción de la superficie de siembra destinada para estos materiales, se traduciría en una pérdida muy significativa. Se pone también en riesgo la principal fuente de alimento y sustento de los pequeños productores.

Apenas un 22% de los encuestados llevan un registro de los costos de producción, el cual oscila entre \$5 000.00 a \$7 000.00 ha^{-1} . Productores de temporal que siembran en sistema milpa en Oaxaca, Puebla y Veracruz, reportaron costos de producción de \$6 748.00 a \$7 340.00 ha^{-1} (Sosa-Cabrera y González-Amaro, 2022). Respecto al rendimiento, los productores respondieron que el valor promedio fue de 876 kg ha^{-1} , muy similar a lo obtenido por Sosa-Cabrera y González-Amaro (2022), pero contrastante a Lara-Ponce *et al.* (2017); Linares-Olguín *et al.* (2019); SIACON (2023), que reportan una producción de 328 kg ha^{-1} , 2.3 t ha^{-1} y 2.46 t ha^{-1} , respectivamente para Sinaloa.

Dentro de las variedades de maíz mayormente utilizadas en la zona de estudio se encuentran: Ocho Carreras, Olote Colorado, Maíz Blando, Pinto Amarillo, Breve San Juan, Cuarenteño, Maíz Amarillo, Maíz Negro, Chapalote y Surutato (Figura 2). El destino de su producción es principalmente de autoconsumo y forraje (86.7%) y sólo el 13.3% está destinado para su comercialización o bien, se usa de intercambio con pobladores de las comunidades cercanas en ferias comunitarias, propiciando así un flujo de material vegetal.

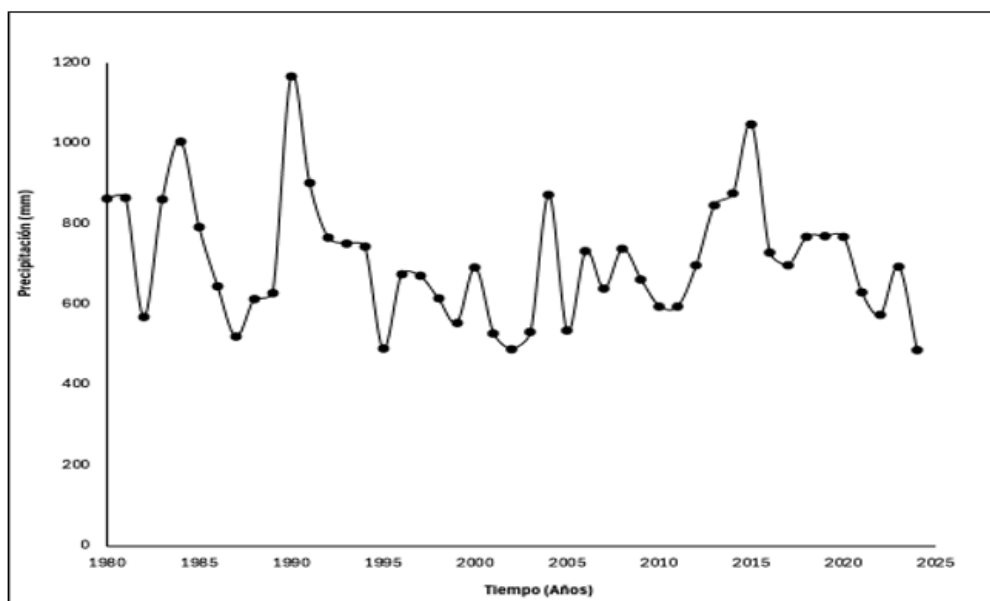
Figura 2. Variedades de mayor uso de siembra en regiones rurales del estado de Sinaloa.



Factores agroclimáticos que limitan la producción y superficie de siembra

La precipitación pluvial es clave en la producción de maíz de temporal. Para Sinaloa de 1980 a 2024 (Figura 3), las precipitaciones en el estado fluctuaron de 430 a 1 200 mm anuales; sin embargo, desde el año 2019 es evidente una reducción, aunada al aumento de temperaturas que trae consigo fenómenos naturales que se posicionan en el noroeste de México como el 'niño' y eventos anticiclónicos (CONAGUA, 2024).

Figura 3. Promedio anual de precipitaciones en el estado de Sinaloa del periodo 1980-2024.



Por otra parte, se pasó de un acumulado de 630 mm a solo 487 mm del 2021 al 2024. Esto es, un 39% menos con respecto a la media de los últimos 60 años (CONAGUA, 2024), lo que agrava las condiciones en particular en estas zonas que dependen 100% de las precipitaciones. Lo antes mencionado, ha provocado también una reducción en la conservación de las semillas, provocando pérdidas parciales a totales de cultivo.

El 90% de los productores encuestados concuerdan que la precipitación ha sido uno de los factores más influyentes en la disminución de rendimiento y superficie de siembra de maíz. Sin embargo la precipitación y el rendimiento se correlacionan discretamente ($R= 0.225$) lo que puede indicar que hay otros factores relevantes asociados con el rendimiento de maíz de temporal. El estudio de Ureta *et al.* (2020) proyectaron para 2050 un escenario desalentador para México, previendo disminuciones drásticas de las precipitaciones debidas al cambio climático, donde el cultivo de maíz tanto en modalidad temporal como de riego se verán severamente afectados. Las precipitaciones son cada vez menos predecibles, en tiempo y cantidad, implicando un gran desafío para la agricultura en general (Simanjuntak *et al.*, 2023). Los pequeños productores de modalidad temporal de producción de alimentos son los más vulnerables.

Factores socioculturales que limitan la producción y superficie de siembra

El Cuadro 1 describe los productores encuestados así como sus prácticas agrícolas. La edad promedio de los encuestados es de 57 años, coincidiendo con lo reportado por Uzcanga *et al.* (2017), el cual realizó un análisis del sistema milpa en zonas rurales del estado de Yucatán. Las zonas encuestadas en Sinaloa, se caracterizan por la presencia del grupo indígena Yoreme-Mayo, concentrada principalmente en los municipios de El Fuerte y Sinaloa de Leyva. El 57% de los encuestados se identificó con este grupo, mientras que el 10% como Tarahumara. Un 33% no se definió por alguna etnia.

Cuadro 1. Productores de maíz nativo de temporal y prácticas agrícolas implementadas en zonas rurales serranas del norte del estado de Sinaloa.

Características de los productores de maíz nativo	
Núm. de productores entrevistados	161
Porcentaje de entrevistados del género masculino	62
Porcentaje de entrevistados del género femenino	38
Promedio de edad de productores	57
Porcentaje de productores que hablan lengua Indígena	67
Promedio de extensión de siembra (ha)	4.95 $\pm$ 0.73
Promedio de años sembrando y produciendo maíz	20.3
Promedio de producción maíz ($t\ ha^{-1}$)	0.876 $\pm$ 0.49
Características de semillas de maíz nativo y dinámicas de intercambio	
Porcentaje de productores usando solo una variedad de maíz nativo	25.12
Porcentaje de productores alternando variedades de maíz nativo	74.88
Porcentaje de prácticas de intercambio de semillas con otras comunidades	13.33
Porcentaje de productores que usan semilla para siguiente ciclo de siembra	86.3
Porcentaje de maíz usado para autosustento y forraje	86.67
Prácticas agrícolas	
Porcentaje de maíz sembrado en policultivo o sistema "milpa"	87.3
Porcentaje de maíz sembrado en monocultivo	12.7
Porcentaje de productores que usan tractor para siembra	1.8
Porcentaje de productores que aplican agroquímicos	3

Estas zonas son caracterizadas como zonas de bajos recursos (INEGI, 2019) donde la actividad principal es el campo. El 100% de los encuestados posee un terreno ejidal (4.95 ha en promedio) que le ha sido heredado, del cual sólo siembran de 1 a 1.5 ha de maíz. La mayoría de los productores de temporal de otras zonas rurales de México poseen predios no mayores a 5 ha, también heredadas y solo una parte es destinado a siembra de maíz en sistema milpa (Cano-González y Cadena-Iñiguez, 2021).

Por otra parte, la práctica de cultivo de maíz nativo en estas zonas se practica para autosustento, el cual se rige por costumbres que se transmiten de generación en generación. El 97% mencionan no hacer uso de insumos de fertilizantes y plaguicidas, fundamentalmente porque su uso está estrechamente relacionado al poder adquisitivo de cada productor jefe de familia. El uso de dichos insumos conlleva un incremento en el costo de producción de al menos 27% (González-Cruz *et al.*, 2024).

El maíz que se cultiva principalmente en sistema milpa está acompañado de frijol y calabaza (Fonteyne *et al.*, 2023). En contraste, en la zona encuestada 87.3% de los productores mencionaron combinar el maíz nativo con frijol, calabaza, cacahuete, sandía o pepino, alternando las combinaciones en función de sus necesidades de alimento y disponibilidad de semilla.

Finalmente, las encuestas indican que las zonas rurales serranas del estado presentan una migración del 55% de sus pobladores jóvenes a las ciudades del estado en busca de alternativas de empleo. Provocando una erosión en el conocimiento y conservación tradicional de los maíces nativos. Además, el 70% de los productores encuestados mencionaron que la falta de apoyos gubernamentales para insumos y precios justos los ha desalentado, incitando a renunciar a sus tradiciones y migrar en busca de mejorar su calidad de vida.

Una de las peticiones recurrentes (59.3%) en la encuestas, fue la solicitud de apoyo para la tecnificación, ya que la siembra se realiza a través del uso de herramientas rudimentarias, lo cual limita que la superficie de siembra sea mayor. Ibarrola-Rivas *et al.* (2020) mencionaron que, después de 2008, las políticas gubernamentales nacionales se centraron en apoyar a pequeños productores de temporal de maíz del centro y sur de México, dejando de lado a otras regiones con las mismas carencias y necesidades.

Conclusiones

Se encontró una tendencia muy significativa de reducción de la superficie de siembra de los maíces de temporal en Sinaloa de más del 88%, contrastando con la producción variable y el aumento en el rendimiento de grano. Los resultados posicionan a Sinaloa como un estado donde se producen maíces nativos, cultivados en las zonas serranas del estado para autosustento, cultivados principalmente en sistema milpa.

Alberga al menos catorce razas, las cuales están adaptadas a climas áridos-secos, conservadas y seleccionadas por los pequeños productores de temporal de las zonas rurales serranas del estado, apoyando a una lógica de lenguaje propio de la antropología y cultura de la región. Los principales factores que han desencadenado este escenario son el efecto del cambio climático, principalmente por la escasez de precipitaciones, por la falta de apoyos gubernamentales, políticas públicas y acceso a tecnología que apoye a pequeños productores y por la alta tasa de emigración de sus pobladores a las zonas urbanas.

Agradecimientos

Los autores (as) agradecen al MC. Ricardo Rendón de Anda, Dra. Daniela Heredia, Ing. Carlos Machado e Ing. Oscar por su apoyo en el trabajo de campo. Financiamiento: proyecto de ciencia básica y de frontera 2023-24: CBF2023-2024-3902 'diversidad genómica y moduladores moleculares de interacción de maíz cultivado bajo el sistema milpa'. SECIHTI.

Bibliografía

- 1 Cano-González, A. y Cadena-Iñiguez, P. 2021. Strategy to strengthen the traditional milpa family production systems. *Agroproductividad*. 14(4):119-125. [Doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1840](https://doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1840).
- 2 CONAGUA- SEMARNAT. 2024. Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México. www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692.
- 3 Cruz, D. D. y Leos, R. J. A. 2019. La producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente. *Letras verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. 25(1):100-118. [Doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3705](https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3705).
- 4 Cruz-González, A.; Arteaga-Ramírez, R.; Sánchez-Cohen, I.; Soria-Ruiz, J. y Monterroso-Rivas, A. 2024. Impactos del cambio climático en la producción de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15(1):e3327. [Doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3327](https://doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3327).
- 5 Fonteyne, S.; Castillo-Caamal, J. B.; Lopez-Ridaura, S.; Van-Loon, J.; Espidio-Balbuena, J.; Osorio-Alcalá, L. and Verhulst, N. 2023. Review of agronomic research on the milpa, the traditional polyculture system of Mesoamerica. *Frontiers in Agronomy*. 5(1115490) 1-16. [Doi.org/10.3389/fagro.2023.1115490](https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1115490).
- 6 Gerardo-Montoya, L. y Armenta-Bojórquez, A. D. 2010. Reflexiones sobre el impacto socioeconómico del cultivo de maíz en Sinaloa. *Ra Ximhai*. 6(1):69-72. [Doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.10.lg](https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.10.lg).
- 7 González-Cruz, J. L. and Torres-Rojo, J. M. 2024. Regional differences in rainfed white corn production in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15(1):e3170. [Doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3170](https://doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3170).
- 8 Ibarrola-Rivas, M. J.; Castillo, G. and González, J. 2020. Social, economic and production aspects of maize systems in Mexico. *Investigaciones geográficas*. 102:e60009. [Doi.org/10.14350/rig.60009](https://doi.org/10.14350/rig.60009).
- 9 INEGI. 2019. La Encuesta Nacional Agropecuaria. www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/.
- 10 Lara-Ponce, E.; Valdés-Vega, J. L.; Medina-Torres, S. M. y Martínez-Ruiz, R. 2017. Situación de la agricultura de mayos y mestizos del Norte de Sinaloa, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 14(4):577-597. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722017000400577&script=sci-arttext>.
- 11 Linares-Holguín, O.; Rocandio-Rodríguez, M.; Santacruz-Varela, A.; López-Valenzuela, J. A.; Córdova-Téllez, L.; Parra-Terraza, S.; Leal-Sandoval, A.; Maldonado-Mendoza, I. y Sánchez-Peña, P. 2019. Caracterización fenotípica y agronómica de maíces (*Zea mays* ssp. *mays* L.) nativos de Sinaloa, México. *Interciencia*. 44(7):421-428. <https://www.redalyc.org/journal/339/33960285008/html/>.
- 12 Mancera-González, O. 2022. Las presas en Sinaloa, México: asimetrías regionales e in experiencias necesarias. *O Público e o Privado*. 20(42):61-95. uece.br/index.php/opublicoeoprivado/article/view/8175.
- 13 Pineda-Hidalgo, K.; Méndez-Marroquín, K. P.; Vega-Álvarez, E.; Chávez-Ontiveros, J.; Sánchez-Peña, P.; Garzón-Tiznado, J. A.; Vega-García, M. O. and López-Valenzuela, J. A. 2013. Microsatellite-based genetic diversity among accessions of maize landraces from Sinaloa in Mexico. *Hereditas*. 150(4):53-59. [10.1111/j.1601-5223.2013.00019.x](https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2013.00019.x).
- 14 R Core Team. 2021. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.R-project.org/.
- 15 SIACON. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta. www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430.

- 16 SIAP. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.gob.mx/siap.
- 17 Simanjuntak, C.; Gaiser, T.; Ahrends, H. E.; Ceglar, A.; Singh, M.; Ewert, F. and Srivastava, A. K. 2023. Impact of climate extreme events and their causality on maize yield in South Africa. *Sci. Rep.* 13(12462):1-16. [Doi.org/10.1038/s41598-023-38921-0](https://doi.org/10.1038/s41598-023-38921-0).
- 18 Sosa-Cabrera, E. and González-Amaro, R. M. 2022. Profitability of corn (*Zea mays* L.) grown in milpa production systems in Oaxaca, Puebla, and Veracruz, México. *Agro Productividad.* 15(10):51-59. [Doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2212](https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2212).
- 19 Ureta, C.; González, E. J.; Espinosa, A.; Trueba, A.; Piñeyro-Nelson A. and Álvarez-Buylla, A. 2020. Maize yield in Mexico under climate change. *Agricultural Systems.* 177(102697):1-11. [Doi.org/10.1016/j.agry.2019.102697](https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102697).
- 20 Uzcanga, P. N. G.; Larqué, S. B.; Del Ángel, P. A. L.; Rangel, F. M. A. y Cano, G. A. J. 2017. Preferencias de los agricultores por semillas mejoradas y nativas de maíz en la Península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 8(5):1021-1033. [Doi.org/10.29312/remexca.v8i5.105](https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.105).
- 21 Uzcanga-Pérez, N; Cano-González, A. y Cadena-Iñiguez, P. 2021. Strategy to strengthen the traditional milpa family production systems. *Agroproductividad.* 14(4):119-125. [Doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1840](https://doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1840).
- 22 Vizcarra, B. I.; Thomé-Ortíz, H. y Hernández, L. C. D. 2015. Miradas al futuro: el relevo generacional en el desarrollo de la conciencia social como estrategia de conservación de los maíces nativos. *Carta Económica Regional.* 1(115):55-73. n2t.net/ark:/13683/ptuO/hSz.
- 23 Zhang, Z.; Wei, J.; Li, J.; Jia, Y.; Wang, W.; Li, J.; Lei, Z. and Gao, M. 2022. The impact of climate change on maize production: empirical findings and implications for sustainable agricultural development. *Front. Environ. Sci.* 10(954940):1-10. [Doi.org/10.3389/fenvs.2022.954940](https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.954940).
- 24 Zhao, Z. W.; Leng, P.; Han, X. J. and Shang, G. F. 2025. Global maize yield responses to essential climate variables: assessment using atmospheric reanalysis and future climate scenarios. *Computers and Electronics in Agriculture.* 232(110140):1-12. [Doi.org/10.1016/j.compag.2025.110140](https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110140).
- 25 Zúñiga-Espinoza, N. G. 2023. Producción de maíz: evidencia de Sinaloa, México. *International Journal of Professional Business Review.* 8(9):e03558. [Doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i9.3558](https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i9.3558).



Maíz nativo en Sinaloa: factores agroclimáticos y socioculturales que limitan su productividad

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 1 September 2025
Date accepted: 1 November 2025
Publication date: 29 November 2025
Publication date: Nov-Dec 2025
Volume: 16
Issue: 8
Electronic Location Identifier: e3912
DOI: 10.29312/remexca.v16i8.3912

Categories

Subject: Artículos

Palabras clave:

Palabras clave:

milpa
precipitación
rendimiento de maíz

Counts

Figures: 3
Tables: 1
Equations: 0
References: 25