



Caracterización de sistemas de producción familiar de maíz azul y berries en la Sierra Nevada de Puebla, México †

[Characterization of family production systems for blue corn and berries in the Sierra Nevada of Puebla, Mexico]

Reyna Concepcion Xochipa-Morante^{1*}, José Luis Carmona-Silva¹,
José Roberto Xochipa-Morante², Andrés Pérez-Magaña³,
Juan Alberto Paredes-Sánchez⁴, Luciano Aguirre-Álvarez³,
Huberth Vargas-Picado⁵ and Antonio Macías-López⁴

¹El Colegio de Tlaxcala A.C. (COLTLAX), Centro de Estudios en Desarrollo Regional y Análisis Económico, Programa en Desarrollo Regional, Av. Melchor Ocampo No. 28, San Pablo Apetatitlán, C.P. 90600, Tlaxcala, México. Tel (246) 46-4-77-26. *reynaxochipamorante@gmail.com, jluiscarmona78@gmail.com

²Colegio de Postgraduados Campus Puebla, Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, C.P. 72760, Puebla, México. robertxocmor10@gmail.com

³Colegio de Postgraduados Campus Puebla, Programa en Gestión del Desarrollo Social, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, C.P. 72760, Puebla, México. apema@colpos.mx, laguirrealvarez@gmail.com

⁴Colegio de Postgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, C.P. 72760, Puebla, México. paredes52@colpos.mx, mantonio@colpos.mx

⁵Universidad de Costa Rica (UCR), Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Sociales, Programa de Investigación en Observatorio del Agua y Cambio Global, Segundo piso, torre D y E, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, C.P. 11501-2060, Montes de Oca/San Pedro, Costa Rica. huberth.vargas_p@ucr.ac.cr

*Corresponding author

SUMMARY

Background: In the Sierra Nevada de Puebla, Mexico, indigenous farmers have developed resilient family farming systems with local, healthy, and specialty crops that operate under adverse conditions yet maintain biocultural, socioeconomic, and ecological relevance as expressions of Localized Agri-Food Systems (LAFS). **Objective:** To characterize blue corn and berry production systems in three locations using the LAFS theoretical framework, identifying farmer profiles, production practices, and collaborations to generate knowledge that strengthens public policies aimed at food sovereignty and territorial development. **Methodology:** A survey and simple random sampling technique were used to administer questionnaires to 221 farmers in San Mateo Ozolco, San Miguel Tianguizolco, and San Diego Buenavista in 2023-2024. Sociodemographic, technical-productive, environmental, cultural, and commercial variables were analyzed using ANOVA, Tukey's test, and Spearman's correlations to identify differences and relationships among them. **Results:** The blue corn and berry production systems were characterized. They present limitations in financing, technical assistance, and organization; however, they exhibit territorial multifunctionality (bioculturality, social inclusion, local economy, environmental conservation, and food security), determined by sociodemographic factors (gender, age, education, native language), organizational factors (community cohesion,

† Submitted June 21, 2025 – Accepted January 20, 2026. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6414>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = R.C. Xochipa-Morante: <https://orcid.org/0000-0002-7498-8037>; J.L. Carmona-Silva: <https://orcid.org/0000-0002-0858-2792>; J.R. Xochipa-Morante: <https://orcid.org/0000-0002-3803-4340>; A. Pérez-Magaña: <https://orcid.org/0000-0003-2790-0642>; J.A. Paredes-Sánchez: <http://orcid.org/0009-0000-0917-7388>; L. Aguirre-Álvarez: <https://orcid.org/0000-0002-1808-5714>; H. Vargas-Picado: <https://orcid.org/0000-0002-3157-2058>; A. Macías-López: <https://orcid.org/0000-0002-4640-0638>

financing), and labor factors (type and labor force), that also influence the productivity and resilience of the systems. **Implications:** The invisibility of these systems limits progress toward a fair, resilient, and socially inclusive agri-food model. **Conclusions:** These systems constitute differentiated SIALs that require strengthening through territorialized public policies and the articulation of local knowledge with theoretical frameworks that guarantee their sustainability and resilience.

Key words: peasant agriculture of indigenous peoples; family agroecosystems; localized agri-food systems.

RESUMEN

Antecedentes: En la Sierra Nevada Poblana, México, agricultores campesinos de pueblos originarios han desarrollado sistemas agrícolas familiares resilientes con cultivos locales, saludables y de especialidad que operan bajo condiciones adversas, pero mantienen relevancia biocultural, socioeconómica y ecológica como expresiones de Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). **Objetivo:** Caracterizar sistemas productivos de maíz azul y berries en tres localidades desde el marco teórico SIAL, identificando perfiles de agricultores, prácticas productivas y articulaciones para generar conocimiento que fortalezca políticas públicas orientadas a la soberanía alimentaria y desarrollo territorial. **Metodología:** Se utilizó la técnica de encuesta y muestreo aleatorio simple para aplicar cuestionarios a 221 agricultores de San Mateo Ozolco, San Miguel Tianguizolco y San Diego Buenavista en 2023-2024. Se abordaron variables sociodemográficas, técnico-productivas, ambientales, culturales y comerciales mediante ANOVA, prueba Tukey y correlaciones de Spearman para identificar diferencias y relaciones entre ellas. **Resultados:** Se caracterizaron los sistemas de producción de maíz azul y de berries. Presentan limitaciones en financiamiento, asesoría técnica y organización; no obstante, exhiben multifuncionalidad territorial (bioculturalidad, inclusión social, economía local, conservación ambiental y seguridad alimentaria), determinada por factores sociodemográficos (género, edad, escolaridad, lengua originaria), organizativos (cohesión comunitaria, financiamiento) y laborales (tipo y mano de obra) que también influyen en la productividad y resiliencia de los sistemas. **Implicaciones:** La invisibilización de estos sistemas limita el avance hacia un modelo agroalimentario justo, resiliente y socialmente inclusivo. **Conclusiones:** Los sistemas constituyen SIAL diferenciados que requieren fortalecimiento mediante políticas públicas territorializadas y articulación de saberes locales con marcos teóricos que garanticen su sostenibilidad y resiliencia. **Palabras Clave:** agricultura campesina de pueblos originarios; agroecosistemas familiares; sistemas agroalimentarios localizados.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas tres décadas, la política neoliberal aplicada en México ha tenido efectos visibles: incremento de pobreza, marginación, migración forzada y deterioro ambiental y sanitario. En el sector rural ha transformado profundamente sus estructuras productivas, económicas, sociales, culturales y ambientales, impulsando una agricultura empresarial intensiva. Esto ha provocado múltiples problemáticas: degradación ambiental, crisis hídrica, pérdida de agrobiodiversidad, erosión de conocimientos tradicionales, precarización del trabajo agrícola e inseguridad alimentaria, privilegiando la rentabilidad económica por encima de la sostenibilidad social, cultural y ambiental, debilitado con ello la agricultura campesina de los pueblos originarios (Pérez *et al.*, 2023).

Frente a este modelo hegemónico, las Unidades de Producción Familiar (UPF) constituyen la base de la agricultura campesina: sistemas productivos de pequeña escala, sustentados por el trabajo familiar, la racionalidad reproductiva y los vínculos estrechos con el territorio, que priorizan la seguridad alimentaria y el bienestar comunitario por encima de la maximización de excedentes (Van der Ploeg, 2013).

El núcleo familiar campesino en las UPF opera como unidad básica de organización productiva,

reproductiva y cultural, integrando decisiones sobre producción y consumo, estrategias de subsistencia, división del trabajo y transmisión intergeneracional de conocimientos agrícolas tradicionales. Cuando estas UPF campesinas están integradas por miembros de comunidades étnicas reconocidas, con identidad cultural propia, lengua originaria y prácticas productivas asociadas a su cosmovisión, se configuran como agricultura campesina de pueblos originarios (Bengoa, 2003).

La agricultura campesina de pueblos originarios se distingue por características estructurales que la diferencian de otras formas de agricultura familiar: articulación histórica entre la familia campesina y territorio ancestral; transmisión intergeneracional de conocimientos ecológicos asociados a lengua materna; inserción en sistemas comunitarios de cooperación y reciprocidad; y multifuncionalidad territorial entendida como la capacidad para cumplir simultáneamente funciones ecológicas (conservación de agrobiodiversidad), culturales (preservación de saberes ancestrales), económicas (generación de ingresos familiares) y sociales (cohesión comunitaria) (Boue *et al.*, 2023). Estas características se interpretan bajo la teoría de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL), que reconoce la movilización de recursos territoriales, saberes locales y redes de cooperación como ejes de sostenibilidad, entendida como la capacidad del sistema para equilibrar las

dimensiones ecológica, económica y sociocultural, asegurando su permanencia en el tiempo sin comprometer los recursos territoriales (Muchnik y Sautier 1998). Así, la articulación conceptual entre las UPF, agricultura campesina de pueblos originarios y SIAL permite construir un marco analítico integrado que visibiliza: el territorio como construcción social donde convergen recursos específicos y construidos; el núcleo familiar campesino como agente territorial que identifica, activa y valoriza recursos específicos; las redes de proximidad (geográfica, social, organizativa, institucional) que articulan actores y generan economías de aprendizaje y procesos de innovación; y la valorización territorial. Esta articulación teórica posiciona a la agricultura campesina de pueblos originarios como eje estratégico para la soberanía alimentaria, la conservación biocultural y el desarrollo territorial sustentable, especialmente en contextos restrictivos y diversidad biocultural.

En la Sierra Nevada de Puebla, específicamente en San Mateo Ozolco perteneciente al municipio de Calpan, y San Miguel Tianguizolco y San Diego Buenavista del municipio de Huejotzingo, UPF de pueblos originarios, han conservado y adaptado agroecosistemas tradicionales de maíz azul nativo (*Zea mays* L.) e introducidos de berries (también conocidas como frutillas, frutos rojos o frutos del bosque), derivadas de experiencias migratorias que incluyen a la frambuesa (*Rubus idaeus*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*). Estos sistemas operan bajo condiciones estructurales adversas (pobreza, marginación, migración, inseguridad alimentaria, servicios públicos deficientes, presión del modelo agrícola convencional e insuficiencia de políticas públicas diferenciadas), pero mantienen una base familiar campesina sustentada en la diversificación productiva y articulación de saberes tradicionales con innovaciones agroecológicas.

A pesar de las presiones del modelo agroindustrial dominante, estas UPF han desarrollado mecanismos de resiliencia, entendida como la capacidad de adaptarse, reorganizarse y mantener su funcionamiento ante crisis externas (climáticas, económicas o sociales) sin perder su identidad territorial y cultural (Tittonell, 2019). En este contexto, dicha resiliencia se manifiesta empíricamente en la diversificación productiva, el manejo y conservación de semillas nativas, la transmisión intergeneracional de saberes mediante la lengua materna, la adaptación e incorporación de innovaciones y germoplasma provenientes de experiencias migratorias (berries) y la articulación progresiva hacia mercados diferenciados que reconocen y valorizan los agroalimentos locales, saludables y de especialidad.

Los agroecosistemas familiares de maíz azul y berries poseen características distintivas que trascienden sus

propiedades agronómicas y nutraceuticas (presencia de antocianinas), representan construcciones socioculturales con valor simbólico e inmaterial (tradicción, identidad, arraigo comunitario) que dinamizan economías locales y garantizan agroalimentos culturalmente apropiados, fortaleciendo simultáneamente la seguridad alimentaria familiar y constituyendo estrategias de resistencia territorial (Xochipa-Morante *et al.*, 2021).

San Diego Buenavista constituye un referente en la producción de berries, articulándose con canales de distribución y venta que han posicionado a México como segundo productor mundial de frambuesa (175,537 t) y el primero de zarzamora (256,500 t) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2023). A nivel estatal, San Diego Buenavista ocupa el segundo lugar en producción de berries, con 383 t de frambuesa en 33.3 ha, rendimiento de 12.8 t/ha, precio medio rural de \$29.00/kg y valor total estimado en 11.1 millones de pesos mexicanos. De zarzamora, produce 103 t en 14.8 ha, con rendimiento de 8 t/ha, cuyo precio es de \$25.20/kg y valor de 2.6 millones de pesos mexicanos (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, 2024b).

En San Miguel Tianguizolco y San Mateo Ozolco persiste la tradición ancestral del cultivo de maíces azules, práctica con gran arraigo territorial que, aunque poco visible en las estadísticas oficiales, contribuye a las 6,825 t de maíz azul producidas a nivel estatal en 1,606 ha, con un rendimiento de 4.3 t/ha y valor superior a 43 millones de pesos (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, SIACON, 2023). Más allá de su relevancia productiva, este cultivo se sostiene por la participación social comunitaria y la transmisión de saberes campesinos, representando para México, centro de origen, domesticación y diversificación, un pilar del patrimonio biocultural y un símbolo de resistencia colectiva frente a los procesos de modernización agrícola homogeneizante (Xochipa *et al.*, 2024).

Pese a esta relevancia territorial, biocultural y económica la documentación científica sobre las características específicas de estos sistemas de producción familiar, los agricultores que los sostienen y las dinámicas territoriales que los articulan es aún limitada. La literatura se ha enfocado en cultivos como maíz blanco, hortalizas, frijol, café, frutales tropicales y vainilla (Xochipa-Morante *et al.*, 2016), dejando un vacío sobre sistemas emergentes como los de maíz azul y las berries, con alto valor biocultural, nutraceutico y comercial. Esta invisibilización limita el diseño de políticas públicas diferenciadas que fortalezcan su sostenibilidad y contribución al desarrollo territorial.

Ante este vacío, resulta fundamental caracterizar estos sistemas productivos familiares desde un enfoque territorial que reconozca sus especificidades socioculturales, técnico-productivas, ambientales y comerciales. En este marco de análisis, los SIAL constituyen un referente teórico pertinente para comprender cómo los sistemas productivos campesinos se articulan territorialmente con las siguientes dimensiones. i. Recursos territoriales: elementos tangibles (suelo, agua, germoplasma, paisaje, infraestructura) e intangibles (conocimientos locales, técnicas tradicionales, identidad cultural) que caracterizan al territorio. ii. Articulación actor-territorio: relaciones de proximidad geográfica, social, organizativa e institucional que conectan a los actores productivos con el territorio. iii. Instituciones y gobernanza: normas formales e informales, prácticas organizativas locales, estructuras de poder y mecanismos de coordinación que regulan el funcionamiento del sistema. iv. Procesos de valorización de la calidad ligada al origen: estrategias de diferenciación, circuitos cortos de venta, rescate y revalorización de los productos territoriales. En ese sentido, un SIAL, se refiere a un colectivo dedicado a la producción y servicios del sector rural, como los productores de maíz azul y berries, anclado a un territorio específico, que se organiza según sus características ambientales, productos o servicios que genera, actores, saberes, instituciones y articulaciones complejas para funcionar como sistema agroalimentario territorial (Muchnik y Sautier, 1998).

Esta conceptualización implica reconocer que los alimentos se sustentan en un territorio particular y que su producción impulsa el desarrollo rural, por lo que los SIAL surgen como construcciones sociales dinámicas, determinadas por sus características estructurales y funcionales. El territorio se entiende como un espacio dotado de recursos específicos, que los actores movilizan mediante relaciones sociales, económicas y ambientales, base de las culturas alimentarias y reguladas por instituciones internas y externas (Muchnik *et al.*, 2007).

Para operacionalizar el marco teórico en el análisis empírico, el sistema de producción, entendido como agroecosistema familiar o sistema de manejo de recursos naturales, se refiere en esta investigación a las UPF campesinas de maíz azul y berries, conceptualmente compatibles con el enfoque SIAL por derivar de su propia base teórica. Según Altieri (1999), éste representa el espacio agropecuario donde actores sociales transforman la naturaleza mediante la articulación dinámica con elementos del entorno natural y social que intervienen en el proceso de producción, funciona mediante la coevolución de factores estructurales y funcionales del propio SIAL. Tanto el SIAL, el territorio y el sistema de producción comparten una naturaleza holística que demanda un

análisis integral, que considere la interacción de factores sociodemográficos, productivos, tecnológicos, ambientales, culturales y comerciales.

Ante este panorama, es relevante comprender las características de estos sistemas productivos familiares para orientar su fortalecimiento y aportar a la formulación y mejora de políticas públicas diferenciadas que fortalezcan la agricultura campesina de pueblos originarios, la soberanía alimentaria y el desarrollo territorial.

Por ello, el objetivo fue caracterizar los sistemas de producción familiar de maíz azul y berries en tres comunidades campesinas de pueblos originarios de la Sierra Nevada de Puebla desde el marco teórico de los SIAL que permita identificar perfiles de agricultores, prácticas técnico-productivas y articulaciones territoriales para generar conocimiento que coadyuve a la formulación y mejora de políticas públicas que fortalezcan la soberanía alimentaria y el desarrollo territorial sustentable en contextos de alta marginación y diversidad cultural.

La investigación aporta conocimiento sobre la relevancia de la agricultura familiar campesina y sus sistemas productivos en UPF de comunidades de pueblos originarios visibilizando su valor socioeconómico, biocultural y ambiental. Este aporte resulta de interés para la comunidad académica, productores y tomadores de decisiones, al proponer orientaciones de políticas públicas adaptadas a contextos locales que permitan enfrentar desafíos contemporáneos de seguridad alimentaria, cambio climático, pérdida de agrobiodiversidad y justicia social.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en tres comunidades de la Sierra Nevada de Puebla o Zona Izta-Popo, denominada así por su proximidad a los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl: San Mateo Ozolco de San Andrés Calpan; y San Miguel Tianguizolco y San Diego Buenavista de Huejotzingo (Figura 1).

Las comunidades de estudio comparten características geográficas y edafoclimáticas: altitudes entre 2,200 y 2,600 m s.n.m., clima templado subhúmedo a templado-frío, temperatura media anual de 14°C, precipitación promedio de 1,100 mm anuales (concentrada principalmente en verano). Los suelos, de origen volcánico, corresponden centralmente al tipo regosol, fértiles y con buen drenaje, aptos para el cultivo de frambuesa, zarzamora y maíz azul, de gran relevancia económica y biocultural en la región (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2020).

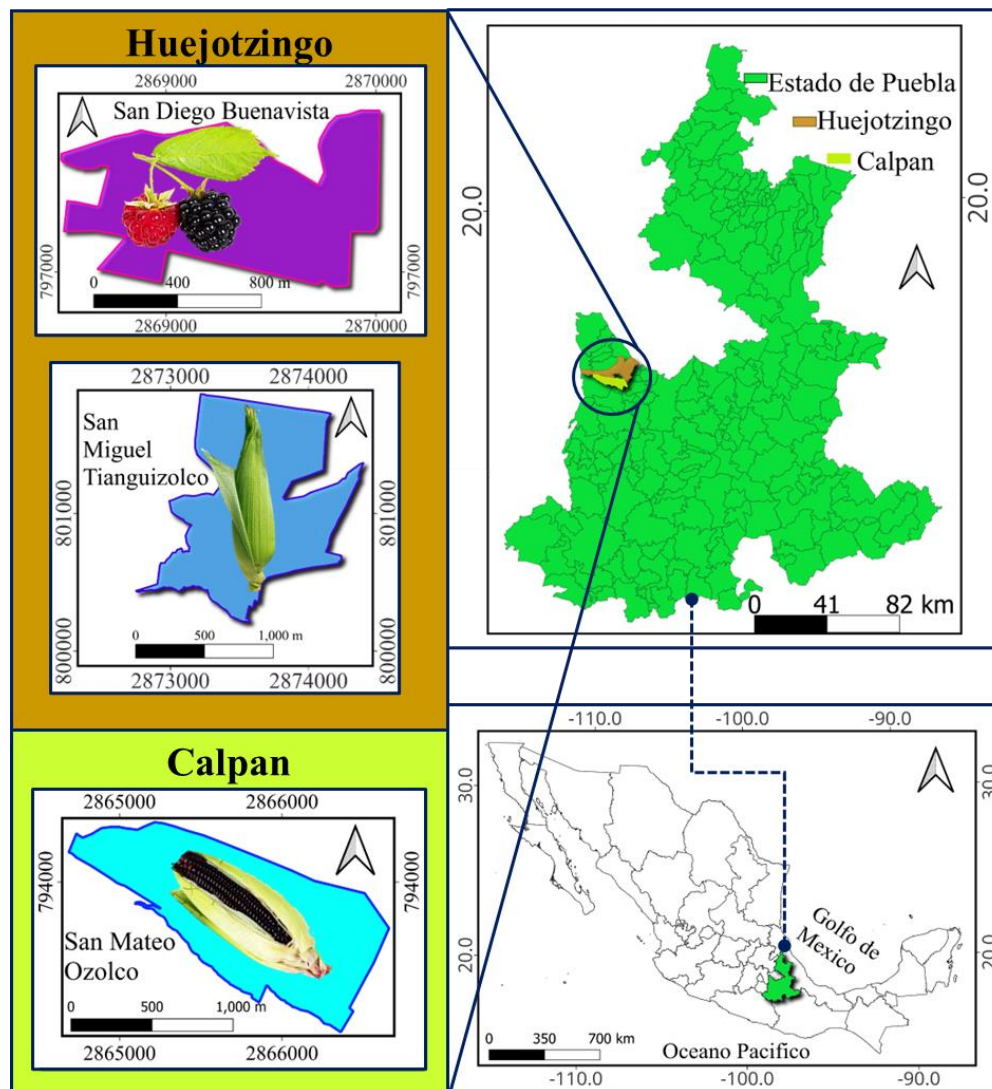


Figura 1. Localización geográfica de la zona de estudio. Fuente: Elaboración de Seth Galindo Juárez con base en el Sistema de Información Geográfica, utilizando el software QGIS.

En lo sociodemográfico, las tres comunidades presentan población campesina de pueblos originarios que enfrenta limitaciones estructurales: pobreza, marginación, migración, inseguridad alimentaria, servicios deficientes, la presión de modelos agrícolas convencionales y la ausencia de políticas públicas diferenciadas (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL, 2020; Consejo Nacional de Población, CONAPO, 2020). Aun así, destacan por sus estrategias sostenibles, como la revalorización del maíz nativo en San Mateo Ozolco y San Miguel Tianguizolco, y la introducción de berries en San Diego Buenavista, procesos que han dinamizado las economías locales mediante sistemas productivos familiares anclados territorialmente.

Diseño del estudio

Se empleó un enfoque de metodologías mixtas con un diseño descriptivo-exploratorio, orientado a analizar la complejidad territorial de los sistemas productivos familiares campesinos desde la perspectiva SIAL.

La caracterización de los sistemas productivos familiares de maíz azul y berries como expresiones de SIAL en contextos de agricultura campesina de pueblos originarios, se estructuró a partir de las siguientes dimensiones teóricas centrales, operacionalizadas mediante variables empíricas (Muchnik *et al.*, 2007):

I. Recursos territoriales específicos: cultivo, germoplasma, superficie, rendimiento, prácticas de conservación, manejo agroecológico, diversificación de cultivos, adaptaciones al cambio climático.

II. Articulación actor-territorio: organización, redes de cooperación, participación en colectivos, uso de lengua originaria, prácticas tradicionales compartidas, trabajo colectivo, mano de obra (MO).

III. Instituciones y gobernanza: asesoría técnica, financiamiento, apoyos gubernamentales, normas comunitarias de producción, participación social en estructuras organizativas.

IV. Procesos de valorización: destino de la producción (autoconsumo/venta), circuitos de comercialización, agregación de valor (transformación), reconocimiento de calidad territorial, precio diferenciado.

Tamaño de muestra

El marco muestral incluyó agricultores campesinos de pueblos originarios dedicados al cultivo de maíz azul y berries en sistemas productivos familiares. Ante la ausencia de base de datos oficial, se realizó un censo empírico preliminar que estimó 800 productores de maíz azul en San Mateo Ozolco, 1,000 en San Miguel Tianguizolco y 90 productores de berries en San Diego Buenavista. Con estos datos se calculó el tamaño de muestra mediante el muestreo simple aleatorio con población finita (Gómez y Gómez, 2019), aplicando la fórmula:

$$n = \frac{NZ^2\alpha/2(pq)}{Nd^2 + Z^2\alpha/2(0.25)}$$

Dónde: n= tamaño de la muestra; N= población total (1,890 productores); d = precisión (0.10); $Z\alpha/2$ = Confiabilidad (valor de Z de tablas con $\alpha= 0.05$ equivalente a 1.96); Varianza máxima donde $p= 0.5$ y $q= 0.5$; con 95% de confianza y 10% de precisión. Resultado $n=221$ productores, distribuidos proporcionalmente: 86 en San Mateo Ozolco, 88 en San Miguel Tianguizolco y 47 en San Diego Buenavista. Esta distribución proporcional asegura representatividad estadística de cada localidad según su peso poblacional.

Instrumento de recolección de la información

Con base en el marco conceptual SIAL, se elaboró un cuestionario estructurado como instrumento principal de recolección de información, alineado con las dimensiones del enfoque SIAL. Dicho instrumento se integró por cinco secciones, diseñadas para captar información de manera sistemática y coherente con los objetivos del estudio:

1. Sociodemográficas: edad, sexo, escolaridad, experiencia en actividad agrícola, núcleo familiar campesino, perteneciente a pueblos originarios, uso del náhuatl y ocupación principal.

2. Productivas-tecnológicas: tipo de cultivo, germoplasma (nativo/introducido), superficie (ha), rendimiento (t/ha), ciclos de producción, destino (autoconsumo, transformación, venta), MO (familiar/contratada), asesoría técnica, financiamiento, apoyos, insumos, tecnología, inversión (\$/ha) e ingreso (\$/ciclo).

3. Ambientales: prácticas de conservación (manejo de agua, suelo), adaptaciones al cambio climático, prácticas agroecológicas, control de plagas y enfermedades, fertilización (orgánica/química), aplicación de insumos y diversificación de cultivos.

4. Culturales: prácticas tradicionales, organización comunitaria, labores culturales, saberes intergeneracionales, participación social, lengua originaria en contexto productivo.

5. Comercialización: formas de venta, cantidad, precio, circuitos comerciales.

Una vez elaborado el cuestionario, se validó por cinco expertos después se piloteó en tres comunidades (tres/comunidad), esto permitió ajustar redacción, pertinencia y orden de las preguntas.

Levantamiento, procesamiento y análisis de información

El estudio se inició con visitas exploratorias para el reconocimiento del territorio, contacto con actores clave y contextualización local. El levantamiento de información mediante encuesta se realizó de noviembre de 2023 a diciembre de 2024 en las parcelas de los productores y espacios comunitarios, previa obtención de consentimiento informado y con respeto a protocolos éticos de investigación con pueblos originarios. Complementariamente, se emplearon técnicas cualitativas: observación participante, talleres participativos y grupos focales comunitarios para validar y contextualizar hallazgos, incorporando saberes locales.

Los datos se capturaron y sistematizaron en Excel y se procesaron con IBM SPSS Statistics V22. Las técnicas estadísticas aplicadas fueron:

- Estadística descriptiva para caracterizar el perfil sociodemográfico de los agricultores y variables productivas, ambientales y comerciales de los sistemas familiares mediante frecuencias, medias, desviaciones estándar y rangos.

- Análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas ($p<0.05$) en las medias de variables productivas y sociodemográficas entre las comunidades productoras de maíz azul y entre cultivos en San Diego Buenavista.

- Prueba de Tukey como comparación post hoc para realizar comparaciones múltiples entre pares de comunidades, determinando cuáles comunidades difieren significativamente entre sí en cada variable analizada.

- Correlación de Spearman para evaluar las relaciones entre variables cuantitativas y cualitativas, permitiendo identificar los factores sociodemográficos, organizativos y laborales que influyen en la productividad, multifuncionalidad y resiliencia de los sistemas productivos familiares; se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ) por tratarse de variables ordinales y continuas que no necesariamente cumplían con supuestos de normalidad; se consideraron correlaciones significativas aquellas con $p < 0.05$.

La caracterización permitió comprender las UPF campesinas de pueblos originarios no como unidades aisladas, sino como expresiones localizadas de un SIAL y realizar recomendaciones en materia de política pública a nivel nacional: Plan México (Gobierno de México, 2025); y a nivel estatal: Programa de Recuperación del Campo Poblano de la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), específicamente sus componentes "Impulso Comercial de los Maíces Nativos" (SDR, 2024a) y "Reconversión Productiva para Cultivos de Alto Valor Comercial" (SDR, 2024b). Finalmente, se identificaron implicaciones metodológicas para futuras investigaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil sociodemográfico y cultural de agricultores y familias campesinas de maíz azul y berries

Los hallazgos muestran que los sistemas productivos familiares estudiados se conforman por hogar entre cuatro y seis integrantes. El liderazgo masculino predomina con porcentajes entre 70 y 89%, quienes suelen encargarse de actividades agrícolas que demandan esfuerzo físico rudo (Tabla 1). Sin embargo, las mujeres desempeñan roles estratégicos en la multifuncionalidad y resiliencia de estos sistemas. En la agricultura campesina de pueblos originarios, la organización del trabajo dentro del núcleo familiar se basa en la complementariedad de funciones según género, edad y saberes tradicionales, lo que refuerza la diversificación productiva, la gestión integrada del agroecosistema y la transmisión intergeneracional de conocimientos (Pérez, 2022).

En los sistemas de maíz azul, las mujeres participan en siembra, cosecha, desgrane, selección y resguardo de semillas, además del procesamiento y venta de agroalimentos. En los sistemas de berries, recolectan (labor intensiva y delicada), clasifican por calidad, empaquetan, agregan valor y comercializan. Esta

participación femenina, representa un elemento distintivo de los sistemas analizados bajo el enfoque SIAL, aportando fuerza de trabajo, saberes y relaciones comerciales basadas en confianza, coincidiendo con Shoaie y García (2021) quienes indican que, las mujeres contribuyen a disminuir las brechas de desigualdad social y de género en contextos tradicionalmente masculinizados, incorporando prácticas sostenibles y una perspectiva holística del agroecosistema. De igual manera, Hernández *et al.* (2025) señalan que su participación incide positivamente en la productividad, equidad y sostenibilidad del medio rural. No obstante, persisten barreras estructurales: acceso limitado y desigual a tierra (titularidad masculina), crédito y asistencia técnica, lo que demanda impulsar políticas públicas con enfoque de género para reducir estas desigualdades.

En términos etarios, San Mateo Ozolco cuenta con los agricultores más jóvenes (42.6 ± 7.8 años), característica asociada a mayor apertura hacia prácticas innovadoras, adopción de tecnologías apropiadas, participación en redes de comercialización y conciencia ambiental. Este factor generacional es relevante en el marco SIAL, ya que los jóvenes actúan como agentes de innovación territorial, garantizan la reproducción biológica y productiva, y aseguran la continuidad del sistema. Asimismo, articulan saberes tradicionales con nuevas tecnologías, conocimientos y visiones empresariales, generando procesos de hibridación de conocimientos que Pomeón *et al.* (2011) identifican como clave para activar recursos latentes y promover una transformación adaptativa sin fracturar el tejido familiar y comunitario.

Shoaie y García (2021) destacan que la juventud es fundamental en la transición hacia modelos agroecológicos sostenibles, dado a que, tienden a cuestionar prácticas insostenibles heredadas (uso excesivo de agroquímicos), explorar nuevas formas de organización (cooperativas y redes de comercio justo) y adoptar tecnologías que mejoran eficiencia sin comprometer sostenibilidad.

En San Diego Buenavista se registra la mayor cantidad de migrantes retornados (47%), fenómeno asociado a nuevos saberes, recursos financieros vía remesas y visión comercial de la producción agrícola. Desde la perspectiva del SIAL, la migración de retorno constituye un mecanismo endógeno de activación de recursos territoriales, aportando capital financiero, social y humano que reconfiguran las dinámicas productivas y comerciales locales (Cuecuecha y Leal, 2025). Este proceso refleja la capacidad de adaptación de las familias campesinas, que ajustan estrategias productivas y reproductivas ante presiones económicas externas (insuficiencia de ingresos agrícolas, necesidad de capital inicial para inversión),

manteniendo vínculos territoriales y afectivos con el lugar de origen. La introducción de berries en San Diego Buenavista ejemplifica este proceso, migrantes retornados tras trabajar en plantaciones estadounidenses, se apropiaron del conocimiento técnico y del germoplasma (esquejes, plantas madres), impulsando una innovación territorial mediante el intercambio horizontal de saberes entre retornados y familias locales.

Asimismo, San Mateo Ozolco sobresale por la cohesión organizativa (40% pertenece a alguna organización: emprendimiento, cooperativa, agroindustria), que muestra identidad étnica consolidada y uso vigente del náhuatl (90% de hablantes), elementos que fortalecen el tejido comunitario y la apropiación territorial. Desde la perspectiva del SIAL, la lengua náhuatl representa simultáneamente un marcador identitario (Vandecandelaere *et al.*, 2010) y un recurso territorial intangible que vincula saberes agrícolas tradicionales, esquemas de cooperación comunitaria, cosmovisiones ancestrales y sentidos de pertenencia sosteniendo prácticas agroecológicas y la organización colectiva del trabajo (Xochipa-Morante *et al.*, 2024b).

San Miguel Tianguizolco y San Diego Buenavista, aunque con menor presencia actual de hablantes náhuatl (27% y 9% respectivamente), forman parte de una región marcada por su herencia ancestral. Huejotzingo (Huexotzinco en náhuatl: "lugar de pequeños sauces") tiene rica historia precolombina y colonial, con influencia de grupos olmecas-xicalacas y

toltecas-chichimecas. Actualmente, conserva tradiciones vivas que reflejan ese legado ancestral étnico; destaca el Carnaval de Huejotzingo donde se honra al Dios Camaxtli (deidad vinculada a la agricultura familiar campesina y fertilidad de la tierra), símbolo del fuerte arraigo comunitario a las prácticas agrícolas, ciclos de cosechas y formas de organización que, en términos del SIAL, constituyen un recurso territorial significativo, el cual requiere ser reactivado mediante políticas culturales y turismo comunitario.

La reconfiguración laboral observada en San Mateo Ozolco y San Diego Buenavista, con mayor inclusión de mujeres (58% y 60% respectivamente) y jóvenes (34% y 37%), representa un proceso de diversificación de actores que fortalece la multifuncionalidad del SIAL. Esta transformación demográfica del trabajo agrícola evidencia la capacidad adaptativa del núcleo familiar campesino, que reorganiza la división del trabajo según cambios socioeconómicos, manteniendo la cohesión familiar como eje articulador de las estrategias de diversificación productiva, innovación tecnológica y transición agroecológica en sistemas familiares (Xochipa-Morante *et al.*, 2024a).

En síntesis, el núcleo familiar campesino actúa como agente activador, al identificar, apropiar, valorizar y articular recursos específicos en redes territoriales que convierten limitaciones biofísicas y socioeconómicas en ventajas competitivas mediante procesos de innovación anclados en saberes familiares y comunitarios.

Tabla 1. Características de los agricultores y familias campesinas de maíz azul y berries.

Variable	San Miguel Tianguizolco	San Mateo Ozolco	San Diego Buenavista
Sociodemográficas			
Edad (años)	55.9±11.5 (41-82)	42.6±7.8 (30-58)	50.0 ± 8.9 (27-66)
Migración (han sido migrantes)	23%	36%	47%
Habla náhuatl	27%	90%	9%
MO por género y juventud	-MO masculina (72%): 5.6±1.6 (2-10 hombres)	-MO femenina (58%): 5.5±1.4 (3-10 mujeres)	-MO femenina (60%): 3.6±1.0 (2-6 mujeres)
	-MO juvenil (37%): 2.9±1.3 (Hasta 6 jóvenes)	-MO juvenil (34%): 3.2±0.8 (2-5 jóvenes)	-MO juvenil (37%): 2.2±0.8 (1-4 jóvenes)
	Organización comunitaria Apoyo familiar/vecinal (18%)	Organización (40%)	Vínculos informales (53%)
Culturales			
Identidad cultural	Comunidad campesina de pueblos originarios	Comunidad nahua	Presencia étnica escasa, comunidad de usos y costumbres
Rol social	Mujeres en labores tradicionales	Mujeres y jóvenes con roles diferenciados y valorados	Mujeres en cosecha/empaque; jóvenes innovadores

Caracterización de los sistemas productivos y su expresión como SIAL

La caracterización realizada operacionaliza conceptos clave del enfoque SIAL (Muchnik *et al.*, 2007):

- i. Proximidad territorial: aprovechamiento de suelos volcánicos fértiles, clima templado con lluvias predecibles, agrobiodiversidad (maíz azul y berries) y paisajes de alta montaña.
- ii. Identidad cultural-territorial: continuidad del maíz azul nativo como símbolo identitario, presencia de lengua náhuatl e incorporación de berries mediante hibridación de saberes.
- iii. Capital social territorial: organización comunitaria basada en usos y costumbres, estructuras locales y reglas indígenas que sustentan procesos colectivos de producción, agregación de valor y comercialización.
- iv. Activación de recursos territoriales: revalorización del maíz azul en mercados de especialidad, expansión comercial de berries y articulación de conocimientos tradicionales con innovaciones técnicas introducidas.

La Tabla 2 sintetiza las características de cada sistema, evidenciando cómo estos conceptos SIAL se expresan de manera diferenciada en cada comunidad, generando trayectorias específicas de desarrollo territorial con lógicas productivas, estrategias de valorización y articulaciones de mercado diferenciado.

I. Sistema de producción de maíz azul en San Miguel Tianguizolco

Este sistema produce maíz azul bajo temporal y manejo tradicional con innovaciones tecnológicas locales, con UPF promedio de 1.41 ha, producción de 2.51 t, rendimiento bajo (1.79 t/ha), escasa asesoría técnica y uso moderado de agroquímicos. La diversificación productiva es de nivel medio, incorporando frutales nativos como barreras vivas e intercalando cultivos de frijol, guiada por una racionalidad orientada a la reproducción cultural, seguridad alimentaria y resistencia frente a la homogeneización alimentaria industrializada. Las decisiones productivas responden a necesidades domésticas de autoconsumo y en la búsqueda de ingresos como medio de subsistencia económica. Estos

Tabla 2. Características productivas, ambientales y comerciales de los sistemas productivos de maíz azul y berries.

Dimensión (Promedio)	Maíz azul (San Miguel Tianguizolco)	Maíz azul (San Mateo Ozolco)	Berries (San Diego Buenavista)
Cultural			
Prácticas culturales	Heredadas, Tradicionales	Semillas nativas, rituales, transmisión de saberes, conservación de suelo y agua	Mezcla de saberes tradicionales y técnicas introducidas (riego por goteo, estructuras de protección), enfoque comercial
Productiva-tecnológica			
Tamaño UPF (ha)	1.41±0.58 (0.33–3.0)	0.83±0.36 (0.25–2.0)	Fram: 0.51±0.19 (0.25–1.13) Zar: 0.17±0.06 (0.08–0.38) Total: 0.67±0.26 (0.33–1.5)
Producción (t)	2.51 ± 1.03 (0.5–5.0)	1.86±0.72 (0.66–4.5)	Fram: 5.26±2.51 (3.0–16.0) Zar: 1.96±0.85 (1.0–5.0) Total: 7.22±3.33 (4.0–21.0)
Rendimiento (t/ha)	1.79±0.24 (1.0±2.67)	2.32±0.33 (1.75–3.03)	Fram: 10.34±1.41 (8.1–14.2) Zar: 11.61±1.52 (9.1–14.4) Total: 10.66±1.32 (8.33–14.0)
Uso de agroquímicos	Medio	Nulo/mínimo	Moderado, en transición a agroecológico
Asesoría técnica	Mejoramiento y conservación de semillas (14%)	Manejo agroecológico, transformación del grano y comercialización (26%)	Abonos orgánicos (100%)
Ambiental			
Diversificación de cultivos	67% productores (32% frijol, 9% frutales y 26% frijol y frutales).	90% productores Sistema MIAF (Milpa Intercalada	0% monocultivo

Dimensión (Promedio)	Maíz azul (San Miguel Tianguizolco)	Maíz azul (San Mateo Ozolco) con Árboles Frutales); 10 otros	Berries (San Diego Buenavista)
Comercial			
Destino del producto	Autoconsumo, procesamiento tradicional (antojitos), mercados urbanos CDMX, EDOMEX	Autoconsumo, valor agregado para emprendimientos, mercados de especialidad (Puebla, CDMX, Guadalajara, Querétaro y Tlaxcala)	Venta en fresco para Central de Abasto Puebla y distribución en República Mexicana; y procesadas artesanalmente.
Acceso a financiamiento	11% recibe apoyo	0%	43% reciben apoyo (SDR)
Ingreso	Bajo, autoconsumo y venta precaria	Medio, con autonomía alimentaria	Medio-Alto, sujeto al mercado con potencial de crecimiento

resultados coinciden con lo observado en comunidades nahuas de Tlaxcala, donde rendimientos similares (1.5-2.0 t/ha) reflejan sistemas tradicionales de maíz nativo con adaptaciones tecnológicas, pero fuerte arraigo cultural (Flores-Hernández *et al.*, 2024).

Este sistema incorpora innovaciones tecnológicas locales; en el Figura 2 se muestra un tractor modificado con un sistema artesanal de siembra múltiple, diseñado por los productores para permitir la siembra simultánea de tres hileras. Esta innovación tecnológica campesina eficientiza la labor durante la siembra, optimiza el tiempo y reduce el esfuerzo físico, sin sustituir el trabajo comunitario y manteniendo el conocimiento tradicional en el proceso productivo.

Desde el enfoque SIAL, el sistema expresa: proximidad territorial basada en el apoyo familiar y vecinal (18%). Identidad cultural-territorial sustentada en prácticas tradicionales con innovaciones tecnológicas locales (siembra según calendario lunar, rituales de bendición de semillas, adaptación mecánica campesina) donde el maíz azul refuerza el arraigo comunitario y actúa como eje de resistencia alimentaria preservando la tradición de transformar el grano en alimentos prehispánicos (tortillas, tlacoyos, tlaxcales, pinole), elaborados para el autoconsumo y venta. Activación de recursos territoriales mediante uso de semillas nativas seleccionadas por generaciones por su adaptación local, resistencia a sequías y calidad culinaria.

II. Sistema de producción de maíz azul en San Mateo Ozolco

Este sistema produce grano azul nativo, mediante prácticas agroecológicas. Aunque tiene UPF menores (0.83 ha), logra rendimientos significativamente mayores (2.32 t/ha, 29.6% más que San Miguel Tianguizolco, $p<0.05$) debido a la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua mediante

terrazas de banco o bordos, acolchado con rastrojos y malezas, aplicación de abonos orgánicos (compostas, estiércol) y conservación del sistema MIAF (90%), prácticas que la literatura identifica como características agroecológicas de un sistema de producción sostenible (Rosset y Altieri, 2017).

El sistema MIAF integra: maíz azul como cultivo principal (en menor medida otras variedades de maíz), frijol de guía (36%) y árboles frutales nativos (tejocote, pera, manzana, nuez de castilla, durazno, capulín: 64%). También suele intercalarse con leguminosas (calabaza, haba) y maguey pulquero en curvas de nivel que actúan como barreras vivas, que aportan materia orgánica, diversifican ingresos y fortalecen los servicios ecosistémicos, al generar hábitat para polinizadores, repeler plagas mediante con la siembra de chile, regular el microclima y favorecer la captura de carbono.

Desde el enfoque SIAL, este sistema se distingue por: su proximidad territorial manifestada expresada en prácticas agroecológicas que promueven la cooperación comunitaria y el intercambio de saberes nahuas sobre asociaciones de cultivos, calendarios agrícolas, preparación de bioinsumos, rituales al volcán Popocatepetl para buenas cosechas y protección, selección y clasificación de mazorcas. En la Figura 3 se muestra la diversidad de maíces nativos producidos en este sistema, representando un repositorio vivo que alberga alrededor de nueve variedades locales identificadas en náhuatl, expresión tangible de la agrobiodiversidad y de la transmisión intergeneracional de saberes agroecológicos, así como de la valoración colectiva de la biodiversidad agrícola. La activación de recursos territoriales a través del aprovechamiento de suelos volcánicos fértiles y terrazas que reducen la erosión y mejoran la infiltración. El capital social territorial derivado del trabajo familiar y redes densas de reciprocidad comunitaria que sustentan economías solidarias y

reducen costos de producción mediante trabajo colectivo no monetizado (Sánchez *et al.*, 2025). Procesos de valorización diferenciada, donde 80% de la producción se destina a autoconsumo y procesamiento artesanal de agroalimentos con valor

agregado, comercializados directamente en mercados de especialidad que valoran su origen étnico, producción agroecológica y calidad nutracéutica (antocianinas) (Argueta y Toledo, 2023).



Figura 2. Sistema de producción tradicional de maíz azul con innovación tecnológica local en San Miguel Tianguizolco. Fuente: Trabajo de campo en San Miguel Tianguizolco, 2024.



Figura 3. Expresión de la diversidad biocultural y de los saberes agroecológicos en el sistema de maíz azul de San Mateo Ozolco. Fuente: Trabajo de campo en San Mateo Ozolco, 2024.

III. Sistema de producción de berries en San Diego Buenavista

Este sistema cultiva frambuesa y zarzamora en UPF, 0.67 ha, que alcanzan rendimientos altos (10.66 t/ha en promedio: 10.34 t/ha frambuesa, 11.61 t/ha zarzamora), superando ampliamente los sistemas maiceros en rango de 4.9-5.9 veces.

Las tecnologías utilizadas incluyen riego por goteo (100%), sistema de fertirrigación con soluciones nutritivas, manejo integrado de plagas con tendencia hacia control biológico y estructuras de cultivo protegido (malla sombra, macro-túneles, invernaderos rústicos). Sin embargo, a diferencia de los sistemas extensivos de berries altamente tecnificados, este modelo conserva prácticas tradicionales campesinas, como el uso de yunta con acémila para el marcado de los surcos, integrando saberes locales con innovaciones agroecológicas (Figura). El 100% de productores recibe asesoría técnica (de empresas proveedoras de insumos) y 43% accede a financiamiento formal del Programa “Reconversión productiva para cultivos de alto valor comercial”. La producción se vincula a la Central de Abastos de Puebla (principal canal de comercialización), para la distribución nacional mediante minoristas. No obstante, presenta tensiones estructurales derivadas de la especialización productiva: En lo ecológico, la sostenibilidad se ve comprometida por el monocultivo,

ya que los productores no diversifican dentro de sus parcelas generando alta vulnerabilidad a plagas y enfermedades (araña roja, trips, antracnosis y *Botrytis*, lo que demanda aplicaciones frecuentes de agroquímicos (63% utiliza insumos sintéticos, aunque con tendencia decreciente). También, presenta alta demanda hídrica, con riego cada tercer día durante la fructificación en un contexto de aprovechamiento de agua del deshielo del Popocatepetl. La dependencia de insumos externos (plántulas certificadas, fertilizantes solubles y malla) incrementa costos de producción, genera residuos agrícolas no reciclados y reduce la autonomía productiva. Además, la degradación progresiva del suelo por la falta de rotación de cultivos, la pérdida de materia orgánica y la compactación causada por el tránsito intenso durante la cosecha, puede amenazar la sostenibilidad a largo plazo. En el ámbito socioeconómico, las UPF enfrentan vulnerabilidad debido a su dependencia de mercados externos volátiles, sujetos a fluctuaciones de precios por oferta nacional, importaciones y demanda internacional. Las altas inversiones iniciales, entre \$100,000 y \$5000,000 pesos por hectárea, aumentan el riesgo financiero. También, provoca erosión de la autonomía alimentaria, al sustituir cultivos y frutales tradicionales (maíz, frijol, tejocote, pera, manzana) destinados al autoconsumo lo que genera la dependencia de alimentos básicos comprados en el mercado.



Figura 3. Sistema de producción de frambuesa con hibridación de prácticas tradicionales (yunta) y estructura protegida. Fuente: Trabajo de campo, 2024.

Análisis estadístico de diferencias y relaciones causales entre sistemas productivos territoriales

Diferenciación territorial de los sistemas productivos

Análisis de varianza mostró diferencias significativas entre comunidades productoras de maíz azul ($\alpha=0.05$). San Miguel Tianguizolco se caracteriza por agricultores de mayor edad (55.9 años), UPF más extensas (1.41 ± 0.6 ha), mayor volumen total de producción (2.5 ± 1.0 t) y predominio de MO masculina (5.6 ± 1.6 personas), resultando en mayores ingresos anuales ($31,193.6\pm13,066.6$ pesos mexicanos) pero menor eficiencia productiva por superficie (1.8 ± 0.2 t/ha). En contraste, San Mateo Ozolco presenta agricultores más jóvenes (42.6 años), predios menores (0.83 ± 0.4 ha), pero significativamente mayor eficiencia por hectárea (2.3 ± 0.3 t/ha, 29.6% superior, $p<0.05$), atribuible a la implementación sistemática de prácticas agroecológicas, mayor inclusión laboral femenina (5.5 ± 1.4 mujeres por UPF, 60% más que San Miguel Tianguizolco) y esquemas de trabajo colectivo (9.5 ± 2.2 trabajadores totales por UPF, incluyendo 6.0 ± 2.5 temporales en cosecha, $p<0.05$).

La prueba de Tukey confirmó que estas diferencias son estadísticamente significativas ($p<0.05$), evidenciando que los sistemas difieren en magnitud y lógica productiva: San Miguel Tianguizolco prioriza volumen total mientras San Mateo Ozolco prioriza eficiencia por UPF, lo cual refleja estrategias territoriales diferenciadas propias de SIAL con procesos de activación de recursos endógenos específicos de acuerdo al contexto socio-ecológico. Esta diferenciación territorial puede interpretarse desde la teoría SIAL como resultado de: i. Trayectorias históricas distintas (San Mateo Ozolco con experiencias colectivas, proyectos de desarrollo rural sustentable e intercambios con otros territorios). ii. Dotación diferencial de capital social (San Mateo Ozolco con 40% de agricultores organizados en contraste con 18% en San Miguel Tianguizolco). iii. Identidad étnica consolidada en San Mateo Ozolco que fortalece cohesión, transmisión de conocimientos y acción colectiva. iv. Estructura demográfica favorable en San Mateo Ozolco (agricultores más jóvenes, mayor participación femenina y juvenil) que facilita adopción de innovaciones y reorganización del trabajo.

San Diego Buenavista, no mostró diferencias significativas por sexo, evidenciando equidad en el trabajo agrícola. Este hallazgo refleja la reconfiguración de roles tradicionales de género en las familias campesinas, donde la transición hacia sistemas productivos agroecológicos requiere participación complementaria y equitativa,

modificando patrones patriarcales que históricamente relegaba a las mujeres en el ámbito doméstico e invisibilizaban su aporte productivo. En cambio, se registraron diferencias significativas por edad en lengua originaria y escolaridad ($p<0.05$). Los agricultores mayores conservan el náhuatl y los jóvenes con mayor educación tienden al monolingüismo en español. Este fenómeno evidencia tensiones identitarias, donde el relevo generacional en los nuevos esquemas productivos y comerciales favorece la pérdida del náhuatl y, con él, la cultura y cosmovisión étnica asociadas a prácticas tradicionales, como el uso de germoplasma nativo y las relaciones de reciprocidad comunitaria. En conjunto, estas transformaciones tensionan la base ecológica, económica y cultural del sistema productivo.

La diferenciación evidenciada de los sistemas productivos confirma que un territorio como la Sierra Nevada puede albergar SIAL diferenciados que coexisten y evolucionan dinámicamente según trayectorias históricas, recursos disponibles, capacidades de actores y oportunidades de mercado, tal como plantean Pomeón *et al.* (2011) al señalar que los SIAL no son estructuras homogéneas ni estáticas, sino configuraciones territoriales en constante transformación mediante procesos de aprendizaje colectivo, innovación sociotécnica y adaptación a cambios contextuales.

Factores determinantes de la multifuncionalidad, productividad y resiliencia de los sistemas

Las correlaciones identificadas muestran relaciones estadísticamente significativas ($p<0.001$) entre factores sociodemográficos, organizativos y productivos, fundamentales para comprender la multifuncionalidad, productividad y resiliencia de estos SIAL territoriales (Tabla 3).

I. Sistema de producción de maíz azul en San Miguel Tianguizolco: envejecimiento y dependencia de trabajo familiar.

La edad se correlaciona negativamente con el tamaño de la UPF ($r=-0.5$) y con producción total ($r=-0.48$), evidenciando que el envejecimiento agrícola reduce la capacidad física y adopción de innovaciones tecnológicas (que requieren inversión y aprendizaje) y genera fragmentación progresiva de tierras por herencia intergeneracional, donde agricultores mayores ceden parcelas a descendientes o las trabajan con intensidad decreciente. Este patrón coincide con Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno (2022) sobre vulnerabilidades rurales asociadas al envejecimiento en comunidades nahuas de Veracruz.

Tabla 3. Correlaciones significativas entre variables productivas y sociodemográficas por comunidad.

Localidad	Variables relacionadas	Coefficiente de correlación	Probabilidad (p-valor)
San Miguel Tianguizolco	Tamaño UPF (promedio)- Edad	-0.50	7.40E-07
	Producción (total)- Edad	-0.48	2.10E-06
	Producción (total)- Escolaridad	0.47	4.30E-06
	Producción (total)- MO (total)	0.86	0
San Mateo Ozolco	Escolaridad- Edad	-0.82	0
	Escolaridad- Tamaño núcleo familiar	-0.63	7.00E-11
	Producción (total)- MO (total)	0.82	0
San Diego Buenavista	Edad- Hablantes náhuatl	0.45	1.40E-03
	Producción (total)- Organización	0.56	4.10E-05
	Financiamiento- Producción (total)	0.48	6.80E-04
	MO (contratada)- Rendimiento (total)	0.65	7.60E-07
	MO (total)- Rendimiento (total)	0.59	1.40E-05

Fuente: Datos de los autores, información de campo 2023-2024.

La escolaridad muestra correlación positiva con la producción total ($r=0.47$), concordando con Castillo-Santa *et al.* (2020) quienes documentan que a mayor educación facilita incorporación de mejoras tecnológicas y acceso a información técnica. Sin embargo, esta correlación debe interpretarse con cautela en el contexto SIAL, ya que la educación formal no siempre se traduce en mayor productividad cuando los sistemas priorizan lógicas de reproducción cultural y autoconsumo sobre maximización productiva mercantil. Por el contrario, la escolaridad alta puede asociarse a migración juvenil (búsqueda de empleos no agrícolas en ciudades), abandono de agricultura y pérdida de conocimientos tradicionales no formalizados que se transmiten oralmente en lengua materna. Por tanto, se requieren modelos educativos territorializados que integren conocimientos formales con saberes campesinos, fortaleciendo simultáneamente capacidades técnicas y valorización de la identidad cultural.

La MO total se asocia con la producción total ($r=0.86$), evidenciando la importancia del trabajo humano en sistemas de baja tecnificación y alta dependencia de energía muscular. Esta correlación es relevante en sistemas tradicionales donde la mecanización es limitada (preparación de suelo con yunta o tractor prestado, siembra manual, escardas manuales, cosecha manual) y la producción depende directamente del trabajo familiar como documentan Flores-Hernández *et al.* (2024) en sistemas maiceros tradicionales de México. Desde la perspectiva del SIAL, esta alta dependencia del trabajo familiar representa tanto una fortaleza (autonomía de mercados laborales externos, reducción de costos monetarios, refuerzo de cohesión familiar mediante trabajo conjunto, transmisión de conocimientos en la práctica) como una vulnerabilidad

(limitación por tamaño y composición del hogar (familias pequeñas, envejecidas o con migración juvenil tienen escasa fuerza de trabajo disponible), dificultad para escalar producción, sobrecarga laboral (especialmente de mujeres con triple jornada: productiva-reproductiva-comercial). Por tanto, se requieren mecanismos que fortalezcan el trabajo colectivo comunitario mediante incentivos organizativos, reconocimiento social y apoyo logístico (herramientas compartidas, mecanización cooperativa).

II. Sistema de producción de maíz azul en San Mateo Ozolco: educación, transición demográfica y trabajo colectivo

La escolaridad muestra correlación negativa con la edad ($r=-0.82$) y con el tamaño del núcleo familiar ($r=-0.63$), esto evidencia una transformación demográfica profunda en la estructura reproductiva de la familia campesina: el acceso a educación formal está asociado a la reducción de la natalidad, menores tasas de fecundidad y cambios en proyectos de vida (postergación de maternidad/paternidad, migración juvenil en búsqueda de mejores condiciones de vida). Esto modifica la disponibilidad de fuerza de trabajo familiar, las estrategias de herencia de tierras y la capacidad del núcleo familiar para sostener sistemas productivos intensivos en trabajo. Esta transición demográfica representa un desafío estructural para la viabilidad futura de la agricultura campesina, ya que núcleos familiares reducidos disponen de menor capacidad para sostener sistemas agrícolas complejos que históricamente dependen de trabajo familiar abundante (García *et al.*, 2020).

La producción total se correlaciona positivamente con la MO total ($r=0.82$), reforzando lo planteado por Severiano *et al.* (2024) sobre la importancia de la división del trabajo (familiar o comunal) para sostener sistemas agroecológicos diversificados que requieren diversas labores (preparación de compostas, manejo de cultivos asociados, cosechas). Esta correlación es relevante ya que el trabajo colectivo no solo incrementa la producción, sino que constituye un mecanismo de transmisión horizontal de conocimientos empíricos agroecológicos y fortalecimiento del capital social territorial. Específicamente, en los núcleos familiares campesinos como San Mateo Ozolco, insertos en redes comunitarias de reciprocidad, la producción no depende exclusivamente del tamaño y composición de la familia campesina, sino de su capacidad para articularse en sistemas de trabajo cooperativo que multiplican la disponibilidad efectiva de MO mediante intercambios monetarios o simbólicos basados en confianza y reciprocidad. Esta articulación entre familia-vecinos-comunidad constituye un mecanismo fundamental de resiliencia de estos sistemas campesinos, que compensa limitaciones de tierra y capital mediante movilización de trabajo colectivo anclado en relaciones de confianza y reciprocidad intrafamiliar e intercomunal. En términos de proximidad territorial (Muchnik *et al.*, 2007), el trabajo colectivo genera "economías de aprendizaje" donde los costos de innovación se reducen mediante observación mutua, experimentación compartida y resolución colectiva de problemas, fortaleciendo la resiliencia sistémica ante perturbaciones climáticas, económicas o sociales.

III. Sistema de producción de berries en San Diego Buenavista: organización, financiamiento y mercantilización del trabajo

La edad se correlaciona positivamente con ser hablante náhuatl ($r=0.45$), este hallazgo evidencia que las generaciones jóvenes influenciados por educación formal castellanzada, la migración, exposición a medios masivos de comunicación y estigmatización social de lo indígena, tienden a su desplazamiento. Este proceso implica una "conversión de capitales" donde el aumento del capital económico y educativo ocurre a costa de la pérdida del capital cultural, expresada en la erosión de la lengua y los conocimientos tradicionales (Bourdieu, 1986).

La producción total se relaciona positivamente con la pertenencia a una organización ($r=0.56$) y el acceso a financiamiento ($r=0.48$), evidenciando la importancia del capital social e institucional para competitividad en mercados diferenciados. Estas correlaciones confirman que las redes organizativas y el acceso a recursos financieros constituyen factores críticos que determinan escala de producción, adopción

tecnológica, cumplimiento de estándares de calidad y poder de negociación comercial, como documentan Ortega *et al.* (2022) en cadenas de valor de berries en México. Sin embargo, desde la perspectiva del SIAL, estas correlaciones también revelan tensión crítica en la dependencia de recursos externos y vínculos extra-territoriales que pueden debilitar las formas tradicionales de reciprocidad y cooperación local. También, la correlación entre MO contratada y MO total con el rendimiento ($r=0.65$ y $r=0.59$, respectivamente), sugiere que este sistema dinamiza las economías al generar empleos temporales (4-10 jornales/ha/semana durante 6-7 meses durante la cosecha). No obstante, estos altos ingresos económicos pueden generar altos costos ambientales y culturales, similares a lo reportado en otras regiones productoras de berries de México: en Michoacán, Jalisco y Baja California los sistemas intensivos alcanzan hasta 14 t/ha, pero con altos costos ambientales (degradación del suelo, presión hídrica) y sociales (condiciones laborales precarias) (SIAP, 2024a).

Estos hallazgos son coherentes con el marco teórico de Tiftonell (2019) sobre la interacción de componentes sociales, ecológicos y técnicos en la sostenibilidad de agroecosistemas, y generan evidencia para el fortalecimiento de políticas públicas que reconozcan la heterogeneidad estructural y funcional de los sistemas productivos familiares.

Implicaciones para políticas públicas diferenciadas

Los hallazgos demuestran que los sistemas productivos familiares en la Sierra Nevada de Puebla constituyen expresiones diferenciadas de SIAL. El reconocimiento de esta diversidad demanda propuestas de mejoramiento a políticas públicas existentes a fin de que reconozcan la multifuncionalidad territorial de la agricultura campesina de pueblos originarios y fortalezcan las capacidades integrales del núcleo familiar según contextos específicos. A continuación, se presentan propuestas de mejoramiento para cada sistema productivo:

I. Sistema de producción de maíz azul (San Miguel Tianguizolco): programas como "Sembrando Vida" y "Fertilizantes para el Bienestar" requieren orientación para fortalecer al núcleo familiar campesino como custodio activo de agrobiodiversidad mediante: incentivos a familias que conservan y reproducen semillas nativas, apoyo técnico especializado en mejoramiento participativo, fortalecimiento de transmisión intergeneracional (escuelas campesinas donde adultos mayores transmitan conocimientos a jóvenes mediante metodologías como aprender haciendo). También, subsidios que compensen la menor productividad económica, pero valoren los servicios ecosistémicos (conservación de agrobiodiversidad, regulación hídrica, captura de

carbón, provisión de hábitat), culturales (mantenimiento de patrimonio biocultural, identidad territorial, conocimientos tradicionales) y sociales (cohesión comunitaria, seguridad alimentaria local) que estas familias generan gratuitamente; fortalecimiento de circuitos de economía solidaria y comercio tradicional (ferias, tianguis, mercados de productores y trueque).

II. Sistema de producción de maíz azul (San Mateo Ozolco): programas como “Impulso Comercial de Maíces Nativos”, “Cosechando Soberanía”, “Alimentación para el Bienestar”, “Jóvenes Construyendo el Futuro” deben: orientarse a reconocer y certificar sistemas familiares agroecológicos mediante esquemas participativos, financiar emprendimientos que agreguen valor al grano e involucren a mujeres y jóvenes de pueblos originarios. También, promover escuelas campesinas de aprendizaje horizontal, donde familias con experiencia agroecológica compartan conocimientos bajo el enfoque de formación campesino a campesino. Asimismo, otorgar estímulos económicos a los productores hablantes del náhuatl como reconocimiento en la preservación y transmisión de saberes tradicionales. Al igual, es importante impulsar la creación de una marca territorial, ya sea colectiva o con sello de identidad, que distinga y proteja el maíz azul nativo de San Mateo Ozolco, junto con el fortalecimiento de circuitos cortos agroalimentarios que garanticen su competitividad y permanencia territorial.

III. Sistema de producción de berries (San Diego Buenavista): requiere regulación ambiental-social y transición hacia sostenibilidad mediante el Programa "Reconversión Productiva para Cultivos de Alto Valor Comercial" que priorice diversificación productiva mediante sistemas agroforestales que integren berries con árboles frutales y cultivos básicos y con ello su conservación para autoconsumo y venta, rotaciones que regeneren suelos y asociaciones funcionales con plantas aromáticas, flores melíferas y barreras vivas. Se requiere acompañamiento técnico integral (agronómico, organizativo, comercial) para la transición agroecológica, promoviendo manejo integrado de plagas, eficiencia hídrica (sensores y captación de lluvia), y manejo ecológico de suelos (abonos verdes, compostas y biofertilizantes). El fortalecimiento organizativo debe incentivar cooperativas, certificación grupal, marca territorial colectiva, infraestructura compartida (para acopio refrigerado y empaque), así como vinculación con mercados justos. Establecer normatividad comunitaria sobre uso responsable de agroquímicos, protección de fuentes de agua, condiciones laborales dignas para jornaleros y manejo adecuado de residuos plásticos. Finalmente, la revitalización cultural debe promover programas funcionales de lengua náhuatl, integrar

berries en la identidad local mediante festividades con elementos culturales propios, desarrollar turismo comunitario controlado e impulsar innovación culinaria que fusione berries con gastronomía local.

Enfoque territorial transversal: para establecer plataformas interinstitucionales que articulen los tres niveles de gobierno, universidades y sociedad, reconociendo los SIAL como configuraciones territoriales dinámicas. Las políticas deben reconocer al núcleo familiar campesino como unidad integral de intervención, considerando su complejidad: composición demográfica, división del trabajo (género y edad), estrategias de reproducción, proyectos de vida y vínculos territoriales. Se debe potenciar la multifuncionalidad territorial específica de cada sistema: funciones productivas (alimentos e ingresos), ecológicas (conservación de recursos), culturales (identidad, náhuatl, conocimientos) y sociales (cohesión comunitaria). La territorialización de políticas públicas requiere diseño participativo con actores locales, adaptación a contextos específicos, respeto a instituciones comunitarias, reconocimiento de conocimientos locales y evaluación con indicadores territorialmente pertinentes. Debe fortalecerse capacidades endógenas mediante formación de promotores campesinos, líderes comunitarios y jóvenes que ejerzan extensionismo horizontal desde y para sus comunidades.

Esta propuesta se alinea con los enfoques de desarrollo territorial rural de Schejtman y Berdegú (2004), que superan visiones sectoriales para abordar la complejidad territorial, reconociendo que el desarrollo implica transformaciones estructurales simultáneas en dimensiones productiva, social, cultural, política, ambiental e institucional.

El diseño transversal del estudio (2023-2024) abre la oportunidad de desarrollar estudios longitudinales que documenten trayectorias de transformación, evalúen efectividad de políticas públicas y analicen adaptación climática. La selección de tres comunidades sugiere la necesidad de replicar y escalar esta metodología a mayor número de territorios para identificar patrones generalizables.

El fortalecimiento metodológico futuro requiere: desarrollar herramientas de registro económico para análisis costo-beneficio integrales, e implementar estrategias para documentar equilibradamente contribuciones de mujeres y jóvenes, visibilizando roles diferenciados. Esto consolidaría una línea de investigación robusta sobre sistemas agroalimentarios localizados y su potencial para el desarrollo territorial sostenible en contextos de alta marginación y diversidad cultural.

CONCLUSIONES

El estudio demuestra que los sistemas de producción familiar de maíz azul y berries de la Sierra Nevada de Puebla representan expresiones territoriales diferenciadas de la agricultura campesina de pueblos originarios, configuradas como Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) que operacionalizan empíricamente los principios teóricos de proximidad territorial, identidad cultural-territorial, capital social y activación de recursos territoriales. Estos sistemas constituyen formas contemporáneas de resistencia productiva que reafirman la capacidad de las familias campesinas para articular sostenibilidad económica, cultural y ambiental en contextos estructuralmente adversos.

La caracterización permitió identificar configuraciones territoriales diferenciadas: Sistema de producción de maíz azul en San Miguel Tianguizolco, orientado a reproducción cultural, seguridad alimentaria familiar y transmisión de identidad territorial mediante saberes tradicionales. El sistema de producción de maíz azul nativo en San Mateo Ozolco, con mayor eficiencia productiva mediante prácticas agroecológicas, trabajo colectivo y activación de elementos étnicos. El sistema de berries en San Diego Buenavista, que dinamiza economías locales, aunque enfrenta tensiones entre competitividad, sostenibilidad ambiental y preservación cultural, lo que evidencia los retos contemporáneos de los SIAL rurales en transición.

El análisis estadístico estableció que productividad, multifuncionalidad y resiliencia dependen de la interacción entre factores sociodemográficos (edad, escolaridad, lengua), organizativos (cohesión comunitaria, acceso a financiamiento) y laborales (cantidad y tipo de mano de obra). Las mujeres, jóvenes y migrantes retornados emergen como actores estratégicos aportando conocimientos específicos, innovaciones apropiadas, recursos financieros y saberes híbridos, pese a limitaciones estructurales de acceso a financiamiento, asistencia técnica y organización.

La principal aportación al conocimiento es demostrar que la caracterización, al integrar sistemáticamente dimensiones sociodemográficas, técnico-productivas, ambientales, culturales y comerciales con el marco SIAL, se constituye una herramienta analítica que trasciende la descripción para identificar relaciones causales, interpretar multifuncionalidad territorial, operacionalizar empíricamente del enfoque SIAL mediante variables medibles y relaciones estadísticamente verificables.

Los hallazgos evidencian que políticas públicas dirigidas a agricultura campesina de pueblos originarios deben implementar mecanismos de

diferenciación territorial que reconozcan especificidades contextuales: fortalecimiento cultural-técnico para el sistema de maíz azul en San Miguel Tianguizolco, consolidación agroecológica y acceso a mercados de especialidad para el sistema de producción de maíz azul en San Mateo Ozolco, y regulación que equilibre competitividad con sostenibilidad para los sistemas de producción de berries en San Diego Buenavista.

El reconocimiento de los SIAL campesinos como espacios de innovación social, adaptación climática y revalorización de identidades agrícolas debe orientar estrategias de desarrollo rural que conserven agrobiodiversidad, fortalezcan soberanía alimentaria y promuevan justicia social.

Este estudio contribuye al debate contemporáneo sobre la agricultura campesina de pueblos originarios como expresión territorial estratégica para la construcción de sistemas agroalimentarios alternativos: sostenibles ambientalmente, equitativos socialmente, resilientes económicamente y culturalmente pertinentes. Aporta evidencia empírica para comprender cómo los SIAL campesinos funcionan como espacios de resistencia frente a la homogeneización agroindustrial, abriendo agendas de investigación sobre trayectorias de transformación territorial, resiliencia ante cambio climático, escalamiento de experiencias exitosas y construcción de políticas públicas territorializadas que reconozcan y fortalezcan la multifuncionalidad de la agricultura campesina de pueblos originarios en contextos de diversidad cultural y marginación estructural.

Agradecimientos

A la SECIHTI por la beca posdoctoral mediante el CVU 555057, en el marco de la convocatoria “Estancias Posdoctorales por México Convocatoria 2023(1)”. También, a El Colegio de Tlaxcala A.C. por la anfitrión institucional, así como al C. Seth Galindo Juárez y a las familias productoras de San Diego Buenavista, San Miguel Tianguizolco y San Mateo Ozolco por su participación y colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Funding. To SECIHTI for the postdoctoral fellowship granted to the first author and the co-authors for financial support for the publication of this research.

Conflict of interest statement. The authors declare no conflicts of interest related to this publication.

Compliance with ethical standards. The research respected the ethical standards applicable to work with rural and indigenous communities. Informed consent was obtained from the participants, their customs, traditions, and cultural identity were respected, and the results were reported through workshops, meetings,

and community events. The study was conducted with an intercultural and context-sensitive approach, recognizing local knowledge as essential elements of the research process.

Data availability. The data supporting the findings of this research are available from the corresponding author upon request.

Author contribution statement (CRediT). **R.C. Xochipa-Morante** – Investigation, Funding acquisition, Project administration, Resources, Writing – original draft, Writing - review & editing., **J. L. Carmona-Silva** – Supervision, Validation, Resources, Writing – original draft, Writing, review & editing., **J. R. Xochipa-Morante** – Data curation, Formal analysis, Resources, Writing – original draft, Writing, review & editing., **A. Pérez-Magaña** – Resources, Writing, review & editing., **J. A. Paredes-Sánchez** – Visualization, Resources, Writing, review & editing., **L. Aguirre-Álvarez** – Resources, Writing, review & editing., **H. Vargas-Picado** – Conceptualization, Resources, Writing, review & editing., **A. Macías-López** – Methodology, Software, Resources, Writing, review & editing.

REFERENCES

- Altieri, M.A., 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad. Montevideo.
- Argueta, Q. and Toledo, V.M., 2023. La Modernización Agroindustrial y el Surgimiento de la Agroecología en México (1920-1960). *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 13(3), pp. 76-106. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i3.p76-106>
- Bengoa, J., 2003. La emergencia indígena en América Latina. Fondo de Cultura Económica.
- Boue, C., Zepeda-Villarreal, E.A., Martínez-García, G., Lopez-Ridaura, S., Barba-Escoto, L. y Camacho-Villa, T.C., 2023. Diversidades en movimiento: Multifuncionalidad del cultivo del maíz en diferentes sistemas de producción familiar en el sur y centro de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1), pp. 1-18. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4558>
- Castillo-Santa, M.B., Ruiz-Nizama, J., Castillo-Santa, M.I. and Saavedra-Ramírez, G., 2020. Educación y recursos económicos en mujeres del campo en Perú. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI (Número especial 2), pp. 81-93.
- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7599933>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2020. *Medición de la pobreza: Indicadores de pobreza por municipio*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medicion/Medicion-de-la-pobreza-municipal.aspx>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2020. *Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos 2020*. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-intensidad-migratoria-mexico-estados-unidos-2020>
- Cuecuecha, M.A. and Leal, G.A.A., 2025. Migración de retorno y productividad agrícola: evidencia de municipios de la Sierra Norte de Puebla. *Migraciones Internacionales*, 16(6), pp. 1-29. <https://doi.org/10.33679/rmi.v1i1.2914>
- Flores-Hernández, M., Gasca-Corona, J., Sánchez-Morales, P. and Juárez-Ramón, D., 2024. Manejo tradicional en la producción de maíz criollo en San Francisco Tetlanohcan, Tlaxcala. En: *Manejo Agroecológico de Sistemas Volumen IV*. pp. 121.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2023. *Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/>
- García, S.J.R., Aldape, B.L.A. and Esquivel, F.A., 2020. Perspectivas del desarrollo social y rural en México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXVI, (3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28063519011>
- Gobierno de México, 2025. *Plan México “Estrategia de desarrollo económico, equitativo y sustentable para la prosperidad compartida”*. Secretaría de Economía. [Primer borrador].
- Gómez, Á., and Gómez, K. 2019. Muestreo estadístico para docentes y estudiantes. Editorial El puente. https://tauniversity.org/sites/default/files/ebook_muestreo_estadistico_para_docentes_y_estudiantes_dr_angel_gomez_degraves_y_pr_of_karine_gomez_marquina.pdf
- Hernández, E.H.M, Ruiz, C.M. and Sánchez, R.M.Á., 2025. Retos del liderazgo femenino en entornos rurales: Análisis y su lucha por la producción y venta de café. *LATAM Revista*

- Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2), pp. 649-661. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3652>
- IBM Corp. 2025. IBM SPSS Statistics para Windows (versión 22.0) [Software]. IBM Corp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. *Temas. Geografía y Medio Ambiente*. <https://www.inegi.org.mx/temas/>
- Lazos-Chavero, E. and Jiménez-Moreno, M., 2022. Vulnerabilidades rurales a partir del envejecimiento entre nahuas del sur de Veracruz. *Trace*, (81), pp. 132-161. <https://doi.org/10.22134/trace.81.2022.803>
- Muchnik, J. and Sautier, D., 1998. Proposition d'action thématique programmée: systèmes agroalimentaires localisés et construction de territoires. Montpellier : CIRAD.
- Muchnik, J., Requier-Desjardins, D., Sautier, D. and Touzard, J.M., 2007. Introduction: Les systèmes agroalimentaires localisés (SYAL). *Économies et Sociétés, Systèmes Agroalimentaires (AG)*, 41(929), pp. 1465-1484. https://www.persee.fr/doc/esag_2275-2919_2007_num_41_929_932
- Ortega, G.P., Infante, J.Z.T. and Lira, C.A., 2022. Agricultura Orgánica en Michoacán, México: Evidencia de Sostenibilidad. *Inquietud Empresarial*, 22(2), pp. 97-112. <https://doi.org/10.19053/01211048.13863>
- Pérez, G.F.E., 2022. Agricultura familiar campesina e indígena frente a la agroindustria. Situación de la Gobernanza de la Tierra en Guatemala y la importancia de la Agricultura Familiar a nivel de país y de América Latina, *Revista Territorios* XV. 91. <https://concoop.org.gt/wp-content/uploads/2022/08/Revista-Territorios-XV.pdf>
- Pérez, E.A.A., Escobedo, V.E.D.C. and Palacio, A.Á.G., 2023. Historia ambiental y Políticas agropecuarias en América Latina: Transformaciones en la región norte de Jalisco. <https://ru.iiec.unam.mx/6106/1/5.%20178-P%C3%A9rez-Escobedo-Palacio.pdf>
- Pomeón, T., Fraire, J.A. and Boucher, F., 2011. *SIAL: Un enfoque para el desarrollo territorial*. Cuaderno de trabajo RED-SIAL. <https://hdl.handle.net/11324/6065>
- Rosset, P.M. and Altieri, M.A., 2017. *Agroecology: Science and politics*. Halifax: Fernwood Publishing.
- Sánchez, J.E., León, R.G.I. and León, M.G., 2025. Bioculturalidad y Redes de Innovación: Conservación y Comercialización Sustentable de Maíces Nativos desde el Actor-Red en la Región de los Volcanes, Estado de México. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 5(1), pp. 2585-2595. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i1.1006>
- Schejtman, A. and Berdegue, J., 2004. Desarrollo territorial rural. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5809>
- Secretaría de Desarrollo Rural, SDR, 2024a. *Componente II. Reconversión productiva para cultivos de alto valor comercial del Programa "Recuperación del Campo Poblano"*. https://sdr.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/CONVOCATORIA_COMPONENTE_II_RECONVERSION.pdf
- Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), 2024b. *Componente III. Impulso Comercial de los Maíces Nativos del Programa "Recuperación del Campo Poblano"*. https://sdr.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/CONVOCATORIA_COMPONENTE_III_MAICES-NATIVOS.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2024a. *Panorama agroalimentario 2018-2024*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, 2024b. *Producción mensual agrícola. Avance de siembras y cosechas*. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/
- Severiano, H.M., Hernández, S.M.I., Illescas, P.G. and García, D., 2024. Agroecología e iniciativas comunitarias para la sostenibilidad de la vida. Caso de estudio: vida, organización campesina cafetalera en Veracruz, México. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 25(1), pp. 56-78.

- <https://doi.org/10.17141/eutopia.25.2024.6203>
- Shoaie, B.S. and García, M., 2021. Jóvenes de familias migrantes y transición agroecológica en el Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 19(1), pp. 97-118. <https://doi.org/10.17141/eutopia.19.2021.4966>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, SIACON, 2023. *Valor de la producción nacional agropecuaria y pesquera*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cdgsiap/documentos/siacon-ng-161430>
- Tittonell, P., 2019. Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), pp. 231-246. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652019000100017&lng=es&tlng=es
- Van der Ploeg, J. D., 2013. *Peasants and the art of farming: A Chayanovian manifesto*. Fernwood Publishing. <https://edepot.wur.nl/424204>
- Vandecastelaere, E., Arfini, F., Belletti, G. and Marescotti, A., 2010. *Uniendo personas, territorios y productos: Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles*. Roma: FAO y SINER-GI. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bdec3601-f6d1-463b-97d5-f432ed4e4af9/content>
- Xochipa, M.R., Escobedo, G.J.S., Guerrero, R.J. de D. and Mora, F.J.S., 2024. Participación social comunitaria en cadenas de valor. El maíz azul en la Sierra Nevada de Puebla. *región y sociedad*, 36(1), pp. 1-20. <https://doi.org/10.22198/rys2024/36/1882>
- Xochipa-Morante, J.R., Xochipa-Morante, R.C., Carmona-Silva, J.L., Vargas-Picado, H., and Macías-López, A., 2024a. Recolección de Hongos Comestibles Silvestres en la Sierra Nevada de Puebla: Alternativa de Diversificación Productiva y Desarrollo Territorial. *Revista Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(1), pp. 51-59. <https://academiajournals.dropmark.com/1659375/35179617>
- Xochipa-Morante, R.C., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B.E., Escobedo-Garrido, J.S. and Arévalo-Galarza, L., 2016. Influencia del proceso de beneficiado tradicional mexicano en los compuestos de aroma de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews. *Agroproductividad*, 9(1), pp. 55-62. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/708/577>
- Xochipa-Morante, R.C., Escobedo-Garrido, J.S., Macías-López, A., Guerrero-Rodríguez, J. de D., Valadez-Ramírez, M. and Mora-Flores, J.S., 2021. Consumidores de productos de maíz azul en mercados de productores, Sierra Nevada, Puebla, México, *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 31(58), pp. 1-23. <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1176>
- Xochipa-Morante, R.C., Xochipa-Morante, J.R., Carmona-Silva, J.L., Macías-López, A., Contreras-Hernández, J., Vargas-Picado, H. and Rosas-Gallo, A., 2024b. Importancia del uso y conservación de la lengua náhuatl en San Mateo Ozolco, Calpan: Un recurso estratégico para el desarrollo comunitario. *Revista Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(1), pp. 60-68. <https://academiajournals.dropmark.com/1659375/35180142>