

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1329>

Agricultura evolutiva y transición agroecológica: Modelo para la soberanía alimentaria en Colima, México

Evolutionary Agriculture and Agroecological Transition: Model for Food Sovereignty in Colima, Mexico

Raúl Alberto Rodríguez Alvarado

raulalbertorodriguezalvarado@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2791-0050>

Universidad de Colima
México

Miguel Ángel Medina Romero

miguel.medina.romero@umich.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4067-2816>

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
México

José Ma. Anguiano Cárdenas

<https://orcid.org/0009-0000-8155-8935>

mikaellnstituto@gmail.com

Instituto Mikael
México

José Ma. Anguiano Soto

bioiteso_501@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0002-4629-254X>

Agroteso
México

Benito Montes Medina

bmontesm2@ucol.mx

<https://orcid.org/0009-0003-7759-7693>

Universidad de Colima
México

Artículo recibido: 18 junio 2025 - Aceptado para publicación: 28 julio 2025

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente artículo analiza la viabilidad del método de agricultura evolutiva como estrategia innovadora para la transición agroecológica y la soberanía alimentaria en Colima, México. El estudio surge ante la preocupación nacional por la dependencia de alimentos derivados de semillas transgénicas y agroquímicos, así como los riesgos asociados a la salud humana y ambiental. Se trabajó con productores rurales de Colima, quienes participaron en la aplicación de este método guiado por los saberes ancestrales Tonantzin y fundamentos de la agricultura biodinámica. Mediante una metodología de investigación-acción participativa, se implementaron prácticas de

manejo regenerativo del suelo, uso de bioinsumos y reducción de agroquímicos sintéticos. Los resultados empíricos muestran incrementos significativos en el rendimiento del maíz, la mejora en la calidad del suelo y la reducción de costos de producción y de insumos sintéticos. La evidencia sugiere que la agricultura evolutiva puede ofrecer una alternativa sostenible, escalable y alineada con los objetivos de salud pública y la legislación mexicana. Se concluye que fortalecer modelos agroecológicos endógenos, con participación comunitaria y principios regenerativos, es una vía efectiva para construir sistemas alimentarios más resilientes y justos en México.

Palabras clave: agricultura evolutiva, transición agroecológica, soberanía alimentaria, bioinsumos, Colima

ABSTRACT

This article examines the viability of the evolutionary agriculture method as an innovative strategy for agroecological transition and food sovereignty in Colima, Mexico. The study arises from national concerns over the dependence on foods derived from transgenic seeds and agrochemicals, as well as the associated risks to human and environmental health. Work was conducted with rural producers from Colima, who participated in the implementation of this method guided by ancestral Tonantzin knowledge and the principles of biodynamic agriculture. Through a participatory action research methodology, practices were implemented that focused on regenerative soil management, the use of bio-inputs, and the reduction of synthetic agrochemicals. Empirical results show significant increases in maize yield, improvements in soil quality, and reductions in production costs and synthetic inputs. The evidence suggests that evolutionary agriculture can offer a sustainable, scalable alternative aligned with public health goals and Mexican legislation. The study concludes that strengthening endogenous agroecological models—with community participation and regenerative principles—constitutes an effective pathway for building more resilient and just food systems in Mexico.

Keywords: evolutionary agriculture, agroecological transition, food sovereignty, bio-inputs, Colima

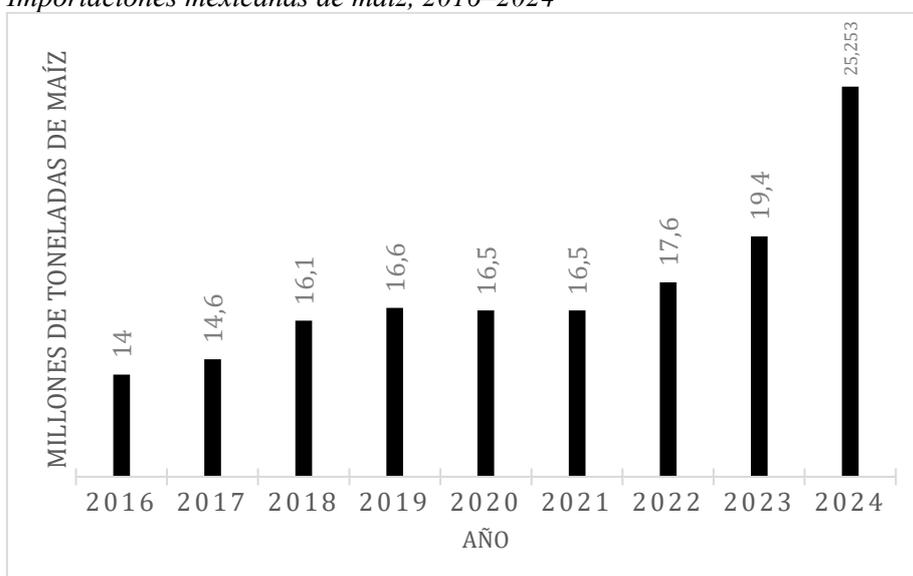
Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

En 2024, México registró un Producto Interno Bruto (PIB) de 2.02 billones de dólares, equivalente aproximadamente al 7% del PIB de Estados Unidos de América (EUA), que ascendió a 28.78 billones de dólares (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2024; World Bank, 2024a, 2024b; Fondo Monetario Internacional, 2024; U.S. Bureau of Economic Analysis, 2024; Zepeda, 2023). Del PIB mexicano, el 30% correspondió a exportaciones, es decir, 617,099 millones de dólares, de los cuales al menos el 80% tuvo como destino el mercado de EUA; y las exportaciones agrícolas totalizaron 54,430 millones de dólares, lo que representa el 8.8% del total (Morales, 2025). En particular, México vendió maíz por 98.2 millones de dólares, mientras que importó maíz con un valor de 5,316 millones de dólares, lo que implica una relación de importación a exportación aproximada de 54 a 1; y el 99.6% de estas importaciones provino de EUA—equivalente a 25,253,000 toneladas (alrededor del 40% de la producción total de maíz de ese país), que cubre más del 50% del consumo nacional en México—y el resto se adquirió de Brasil, Chile, Argentina y Tailandia (Secretaría de Economía, 2024; INEGI, 2024; United States Department of Agriculture (USDA). (2024World Bank, 2024a, 2024b; Zepeda, 2023;, (2024; ver Figura 1).

Figura 1

Importaciones mexicanas de maíz, 2016–2024



Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía (2024), INEGI (2024), World Bank (2024a, 2024b), Fondo Monetario Internacional (2024), U. S. Bureau of Economic Analysis, (2024), Morales (2025) y Zepeda (2023).

La dependencia de maíz importado de EUA se incrementó significativamente a partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, siendo en su mayoría maíz genéticamente modificado, diseñado para resistir aplicaciones de glifosato. Este herbicida ha sido clasificado por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “probablemente cancerígeno para los seres humanos” (IARC, 2015). Diversos estudios han detectado residuos de

glifosato en productos alimenticios derivados de este maíz, lo que plantea riesgos para la salud pública, en un país donde el maíz es un alimento básico y de valor cultural esencial. El consumo sostenido de maíz transgénico tratado con glifosato se ha vinculado con alteraciones hormonales, daños al microbioma intestinal y un mayor riesgo de enfermedades crónicas, entre ellas cáncer y enfermedades neurodegenerativas (Myers et al., 2016; IARC, 2015; Benbrook, 2016). Esta situación vulnera la salud de la población mexicana y debilita la soberanía alimentaria al sustituir variedades nativas por granos industriales, sujetos a dinámicas de mercado y control corporativo.

Ante el aumento de la dependencia alimentaria, el gobierno mexicano diseñó la *Estrategia de Soberanía Alimentaria y la Transición Agroecológica*, que contraviene el modelo de producción dependiente del mercado internacional. Esta estrategia se materializó en el decreto presidencial del 31 de diciembre de 2020 y su reformulación en el decreto del 13 de febrero de 2023, ambos orientados a eliminar progresivamente el uso de glifosato y prohibir el maíz genéticamente modificado para consumo humano, con fecha límite inicial del 31 de marzo de 2024 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2020, 2023). Sin embargo, esta prohibición no se concretó por la presión ejercida por EUA que, a través del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), manifestó su negativa a cualquier medida que afectara el comercio bilateral de productos agrícolas. Ante estas circunstancias, el gobierno federal prorrogó indefinidamente la prohibición, argumentando la insuficiencia de alternativas agroecológicas escalables y económicamente viables para sustituir el glifosato en la agricultura convencional (Rodríguez & Medina, 2024).

De acuerdo con el informe de Data Bridge Market Research (2021), el mercado global de glifosato crecería a una tasa anual del 8.95% entre 2022 y 2029, siendo América la región más dominante. Esta proyección sugiere que, salvo la implementación de regulaciones estrictas, es poco probable que se revierta la tendencia hacia el uso intensivo de glifosato. Los límites institucionales y geopolíticos de México frente al consumo de alimentos derivados de modelos productivos dependientes de agroquímicos y tecnologías patentadas resultan evidentes, al contravenir el modelo de desarrollo económico estadounidense. Desde la consolidación de la hegemonía del dólar tras los Acuerdos de Bretton Woods en 1944, EUA ha estructurado un sistema económico global con asignación diferenciada de roles en las cadenas de suministro para garantizar el flujo de recursos hacia su economía (Roberts & Lamp, 2021). Este sistema, fundamentado en el dólar como moneda de reserva internacional, ha permitido a EUA asegurar materias primas y productos manufacturados a bajo costo, así como controlar la inflación interna mediante la externalización de la demanda y la exportación de costos a proveedores de países en desarrollo (Rodríguez & Medina, 2024).

La estructura del libre mercado, promovida desde EUA, coordina de forma coercitiva la organización internacional del comercio, destacando la resiliencia de las naciones dependientes del dólar para integrarse al sistema financiero y comercial mundial. Así, los países periféricos

quedan, en general, subordinados a roles de producción de bienes primarios o manufacturados, mientras que EUA mantiene su posición privilegiada y financia sus gastos mediante el “privilegio exorbitante” del dólar. En contextos recientes, como la llamada guerra comercial de 2025, los aranceles han constituido otro mecanismo de coacción; en el caso de México, esto incluye la imposición de la importación de maíz transgénico tratado con glifosato. Esta dinámica impide que el gobierno mexicano cumpla plenamente el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ([CPEUM], 2024), el cual establece: “Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará.”

Este derecho reviste especial importancia en el estado de Colima, donde el riesgo sanitario es crítico: en 2023, Colima ocupó el primer lugar nacional en incidencia de cáncer de mama en mujeres de 20 años o más, con 165.87 casos por cada 100 000 mujeres, superando significativamente la media nacional (INEGI, 2023). Tal situación ha motivado investigaciones locales sobre los efectos del glifosato, la calidad del aire—afectada por la actividad volcánica— y la condición del agua. Estos factores refuerzan la urgencia de avanzar hacia modelos agroecológicos integrales, capaces de armonizar la salud humana, la resiliencia ambiental y la justicia económica, más allá de los intereses del mercado y las dinámicas de acumulación global, que vinculan la producción de alimentos al deterioro de la salud.

En este contexto, se explora un método para la producción de agroinsumos diseñado para escalar la producción agroecológica de alimentos, libre de agroquímicos. Este método pretende servir como tecnología habilitadora para la efectiva aplicación de los decretos de prohibición de organismos transgénicos y glifosato, y con ello romper la dependencia estructural de la producción de alimentos respecto a los intereses del mercado y del sistema financiero internacional (véase Tabla 1).

Tabla 1
Dependencia alimentaria, comercio y políticas en México (2024)

<i>Dimensión / Elemento</i>	<i>Descripción principal</i>	<i>Aspectos clave y datos</i>
Economía y comercio exterior	México, economía orientada a la exportación, con alto grado de integración con EEUU.	PIB 2024: \$2.02 billones USD 30% PIB en exportaciones 80% ventas externas a EEUU.
Agricultura y balance comercial de maíz	Comercialización internacional de maíz y dependencia de importaciones, especialmente de EEUU.	Exportaciones maíz: \$98.2 millones USD Importaciones maíz: \$5,316 millones USD 99.6% importado de EEUU Relación importación/exportación: 54 a 1; 25.25 Mtoneladas desde EEUU.
Dependencia estructural y origen	Auge de importaciones tras TLCAN (1994), con predominio de maíz	Importaciones de maíz crecientes post-TLCAN Maíz importado

	transgénico y uso de agroquímicos como glifosato.	mayoritariamente genéticamente modificado.
Riesgos sanitarios y ambientales	Consumo de maíz transgénico con residuos de glifosato asociado a riesgos para la salud y el ambiente.	IARC y OMS: glifosato “probablemente cancerígeno” Relación con alteraciones endocrinas, microbiota y enfermedades crónicas.
Soberanía alimentaria y política	Estrategias para enfrentar dependencia externa: decretos y políticas para restringir maíz transgénico y glifosato.	Decretos 2020-2023: eliminar gradualmente glifosato y OGM Presión de EUA y prórroga indefinida.
Mercado global de agroquímicos	Crecimiento global del uso de glifosato y peso de América en el mercado, dificultando restricciones locales.	Mercado global glifosato: +8.95% (2022-2029) Predominio americano.
Geopolítica y sistema financiero	Modelo económico global consolidado por la hegemonía del dólar; EUA impone condiciones de intercambio.	Dólar como moneda de reserva y coerción comercial Límites estructurales para políticas mexicanas.
Implicaciones constitucionales y regionales	Limitaciones para garantizar el derecho a la alimentación; impacto crítico en regiones como Colima.	Art. 4º CPEUM: derecho a alimentación suficiente Colima: incidencia alta de cáncer de mama Urgencia de modelos agroecológicos.
Innovación y alternativas endógenas	Propuesta de producción de agroinsumos y métodos para romper la dependencia tecnológica y económica del exterior.	Métodos nacionales para cumplir normas y reducir dependencia estructural.

Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones teóricas

La transición agroecológica es un proceso multidimensional que implica la transformación progresiva de los sistemas agroalimentarios convencionales hacia modelos más sostenibles, resilientes y equitativos (Altieri & Nicholls, 2017). Esta transición no se limita a la sustitución de insumos químicos por alternativas biológicas, sino que requiere la reestructuración de los sistemas productivos con base en principios ecológicos, promoviendo la diversificación, el reciclaje de nutrientes y la integración de saberes tradicionales. Según Altieri y Nicholls (2017), la transición agroecológica demanda también cambios estructurales en los modelos de producción, impulsando así la sustentabilidad y la equidad social.

Para Gliessman (2016), la transición agroecológica avanza de forma escalonada: desde la mejora de la eficiencia en el uso de insumos hasta la transformación integral de los paisajes agrícolas y las redes alimentarias. Wezel et al. (2009) destacan la importancia de acompañar este proceso con ajustes en las políticas públicas, el comercio y las estructuras de mercado, a fin de garantizar la viabilidad de los sistemas agroecológicos. Además, Levidow, Pimbert y

Vanloqueren (2014) subrayan la necesidad de innovación técnica y una reconfiguración del poder en los sistemas agroalimentarios, de modo que los productores recuperen autonomía y los consumidores participen activamente en la demanda de alimentos libres de agroquímicos. Para Toledo y Barrera-Bassols (2008), el conocimiento campesino y la cosmovisión indígena representan, además de alternativas productivas, formas de resistencia frente a la homogeneización promovida por la agricultura globalizada.

Lograr que la transición agroecológica impulse el desarrollo social requiere integrar a la base productiva comercial convencional, facilitando así la escalabilidad de la producción ecológica (Trujillo & Plascencia, 2023). Esto implica, por un lado, desarrollar la conciencia del consumidor mediante información que permita distinguir productos agroecológicos, y por otro, promover estrategias productivas, organizacionales y comerciales que favorezcan la adopción de prácticas agroecológicas en un contexto de mercado.

No obstante, existe resistencia entre los productores convencionales para adoptar estos modelos, a pesar de que numerosos consumidores expresan una demanda explícita de alimentos saludables y sostenibles. Este fenómeno responde, en parte, a la lógica capitalista, que privilegia la ganancia sobre el bien común. Desde la visión del consumidor, la escalabilidad requiere modelos que permitan a los consumidores influir en la asignación de beneficios y a los productores mejorar su eficiencia y acceso a mercados (Wezel et al., 2009).

Gliessman (2016) propone que la expansión de la agroecología debe apoyarse en la diversificación de cultivos, el manejo regenerativo del suelo y la autonomía productiva, evitando confiar únicamente en la sustitución de insumos convencionales por orgánicos. Levidow et al. (2014) advierten que la escalabilidad no puede depender solo de la voluntad productiva, resaltando la importancia del rol del consumidor y del Estado, el cual debe orientar la producción y comercialización agroecológica mediante políticas, incentivos y marcos regulatorios adecuados.

La demanda de alimentos sin agroquímicos constituye un motor clave para la transición agroecológica y la ampliación de la oferta. Estudios recientes muestran que los consumidores están dispuestos a pagar precios diferenciados por productos certificados y accesibles, siempre que existan garantías de calidad y sostenibilidad (Rodríguez et al., 2023, 2024). La *agricultura evolutiva* (Anguiano Cárdenas, 2023), como metodología de transición agroecológica, responde a este desafío, al permitir una reducción progresiva del uso de agroquímicos y la regeneración del suelo, facilitando la producción a gran escala con viabilidad económica para los productores. Así, la interacción entre la oferta y demanda en agroecología no solo fomenta la escalabilidad, sino que también fortalece la construcción de mercados resilientes orientados a la soberanía alimentaria y la sustentabilidad territorial (Altieri & Nicholls, 2017).

Estos principios encuentran raíces en las teorías económicas clásicas, como la ley de la oferta y la demanda de David Hume (1752) y Adam Smith (1776), quienes argumentaron que el equilibrio se logra a través de la interacción entre productores y consumidores. En el contexto

agroecológico, este equilibrio requiere que la creciente demanda de alimentos saludables oriente las prácticas productivas y, viceversa, que la oferta agroecológica satisfaga dichas demandas.

Desde la perspectiva de Gliessman (2002), la agroecología representa más que una alternativa técnica: constituye un modelo de desarrollo económico que, en consonancia con la ley de la oferta y demanda, propicia mercados más equitativos y resilientes, priorizando la soberanía alimentaria y la salud del consumidor. No basta con el cambio de prácticas productivas; es esencial que toda la cadena de valor —productores, consumidores, distribuidores y reguladores— incorpore y legitime los productos agroecológicos en su vida cotidiana.

El estado del arte en agroecología, pues, integra principios ecológicos a la producción agrícola, respetando tanto la biodiversidad como las tradiciones culturales, y fundamenta científica, metodológica y técnicamente una nueva “revolución agraria” a escala global (Altieri, 2009; Ferguson & Morales, 2010; Wezel & Soldat, 2009; Wezel et al., 2009).

En contraste, las prácticas de la agricultura convencional han contribuido a la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y dependencia de insumos químicos. Desde la adopción del modelo neoliberal en México, el sector agroalimentario se reconfiguró hacia una lógica productivista, orientada a la competitividad y el mercado, postergando el autosustento familiar y nacional (Pizaña, Fletes & González, 2019; Ordóñez, 2022; Rubio, 2006). Esta tendencia ha acentuado la vulnerabilidad de los pequeños productores y elevado los riesgos para la salud del consumidor, debido al consumo de alimentos producidos con agroquímicos y en ecosistemas contaminados, afectando el ambiente, los mantos acuíferos, el suelo, la biodiversidad y, en particular, a especies como las abejas, indispensables para la polinización y reproducción de plantas cultivadas (Ordóñez, 2022; UNEP, 2022).

La revalorización de políticas públicas que promuevan el bienestar ambiental y la salud pública implica favorecer sistemas de producción agroecológicos, biodiversos, resilientes, eficientes, socialmente justos y orientados a la soberanía alimentaria (Altieri, 1995; Gliessman, 1998). La agroecología se cimienta en el reciclaje de nutrientes y energía dentro del agroecosistema, emulando los ciclos naturales para minimizar residuos, diversificar cultivos y optimizar la productividad y estabilidad de los sistemas agrícolas (Altieri, 1995; Gliessman, 1998). Por otra parte, ejemplos exitosos de agricultura ancestral han demostrado su solidez en cuanto a diversidad de cultivos y animales, manejo del agua y suelos, y gestión tradicional del conocimiento (Altieri, 2004; Toledo, 1990; Toledo & Barrera-Bassols, 2008; ver Tabla 2).

Tabla 2

Consideraciones teóricas de la transición agroecológica: Variables, actores y desafíos para la sostenibilidad rural

<i>Eje conceptual</i>	<i>Componentes principales</i>	<i>Autores / Referencias</i>
Transición agroecológica	- Proceso multidimensional y progresivo - De la agricultura convencional a modelos sostenibles, resilientes y	Altieri & Nicholls (2017)

	<ul style="list-style-type: none"> equitativos - Requiere transformación productiva, social, política y cultural 	
Elementos clave de la transición	<ul style="list-style-type: none"> - No solo sustituir insumos - Diversificación de cultivos - Reciclaje de nutrientes - Integración de saberes tradicionales - Cambios estructurales y organizacionales 	Gliessman (2016); Wezel et al. (2009); Levidow et al. (2014)
Actores sociales y escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Productores convencionales y agroecológicos - Conciencia del consumidor - Rol activo del Estado - Necesidad de políticas, incentivos y marcos regulatorios 	Wezel et al. (2009); Levidow et al. (2014)
Resistencia y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia de productores convencionales - Preferencia del lucro versus bien común - Escalabilidad depende de integración de actores y políticas económicas 	Pizaña et al. (2019); Wezel et al. (2009)
Oferta, demanda y mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda de alimentos sanos como motor de cambio - Consumidores dispuestos a pagar más por calidad/certificación - Relación oferta/demanda como base de mercado agroecológico 	Hume (1752); Smith (1776); Rodríguez et al. (2023, 2024)
Agroecología como modelo económico-social	<ul style="list-style-type: none"> - Expansión implica cambio técnico, económico y social - Modelo alternativo a la agricultura productivista - Se prioriza soberanía alimentaria y salud del consumidor 	Gliessman (2002); Altieri (2009)
Contrapunto: Agricultura convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación de suelos - Pérdida de biodiversidad - Dependencia de insumos químicos - Vulnerabilidad de pequeños productores y medio ambiente 	Pizaña et al. (2019); Ordóñez (2022); Rubio (2006); UNEP (2022)
Ejes de la agroecología sustentable	<ul style="list-style-type: none"> - Principios ecológicos y culturales - Reciclaje de nutrientes y energía - Diversidad biológica y producción resiliente - Fundamentación científica, técnica y cultural 	Altieri (1995; 2004); Gliessman (1998), Toledo & Barrera-Bassols (2008)

Fuente: Elaboración propia con datos de Altieri (1995, 2004, 2009); Altieri & Nicholls (2017); Gliessman (1998, 2002, 2016); Hume (1752); Levidow et al. (2014); Ordóñez (2022); Pizaña et al. (2019); Rodríguez et al. (2023, 2024); Rubio (2006); Smith (1776); Toledo & Barrera-Bassols (2008); United Nations Environment Programme (2022); Wezel et al. (2009).

Enfoque metodológico

En el contexto mexicano, el modelo de “agricultura evolutiva” desarrollado por José María Anguiano Cárdenas constituye una propuesta integral de transformación de la producción agrícola, incorporando principios regenerativos, isoquímicos y biointensivos, y el uso de tecnologías como los Fertitrones y bioinsumos calibrados (Anguiano Cárdenas, 2023a, 2023b). Este enfoque busca superar la dependencia de agroquímicos —especialmente glifosato— y construir sistemas productivos con altos rendimientos, sin sacrificar la salud humana ni el equilibrio ecológico. En línea con las recomendaciones de Altieri y Nicholls (2017), la agricultura evolutiva va más allá del simple reemplazo de insumos, generando nuevas relaciones entre el conocimiento, el territorio y la biodiversidad.

Para analizar este modelo, la presente investigación se basó en un enfoque de investigación-acción participativa (IAP), facilitando la documentación y comprensión de la metodología desarrollada por el Instituto Mikael y aplicada por la empresa Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V. (Agroteso). Durante dos años y medio, se realizó una inmersión etnográfica con los actores clave de la empresa, incluyendo al CEO y el equipo técnico, utilizando entrevistas semiestructuradas, observación participante en talleres, elaboración de fichas etnográficas en unidades de producción y registro de campo. Esta metodología permitió reconstruir y analizar los elementos centrales del modelo agroecológico Tonantzin, articulado en torno a cinco factores: medio ambiente, suelo, semilla, cultivo y cosmos.

El análisis de datos se orientó a evaluar la capacidad del modelo para generar bioinsumos propios, reducir la dependencia de insumos externos, regenerar suelos y contribuir a la productividad y bienestar de sistemas campesinos. Así, se determinó la viabilidad de esta práctica como alternativa para la transición agroecológica en Colima, bajo criterios de sostenibilidad, escalabilidad e innovación social.

El método Tonantzin: Una vía ancestral y evolutiva hacia la transición agroecológica

El método Tonantzin constituye una propuesta metodológica e instrumental que se fundamenta en los saberes ancestrales mesoamericanos y se resignifica bajo los principios contemporáneos de la agroecología. Nombrado en honor a Tonantzin, la deidad madre tierra de la cosmovisión nahua (López Austin, 1996), este enfoque abarca no solo técnicas de cultivo, sino una visión holística sobre la relación entre el ser humano, la tierra y la energía vital que sostiene los sistemas agroalimentarios. Desarrollado y sistematizado por Anguiano Cárdenas, el método Tonantzin ha sido implementado y adaptado por la empresa Agroteso, consolidándose como una metodología de transición agroecológica viable y escalable en el contexto rural de Colima (Anguiano Cárdenas, 2023a).

El enfoque parte de la premisa de que la tierra es un ente vivo que debe ser sanado y reactivado mediante prácticas agrícolas conscientes, libres de agroquímicos e interferencias sintéticas. Su aplicación se fundamenta en tres pilares principales: (1) la desintoxicación del suelo

a través de bioinsumos regenerativos de origen orgánico y mineral, destacando el uso de los Fertitrones, dispositivos que buscan restablecer la isodinámica del campo electromagnético terrestre (Anguiano Cárdenas, 2023b); (2) la utilización de calendarios energéticos basados en las fases lunares y los ciclos cósmicos, que orientan las labores agrícolas como siembra, poda y cosecha (Steiner, 1924); y (3) una dimensión espiritual y energética que rescata prácticas rituales ancestrales, propiciando el reencuentro con la tierra y el origen del alimento (Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

El método Tonantzin se presenta como una alternativa integral a la agricultura industrial, proponiendo no solo eficiencia agronómica, sino también la restauración de soberanía alimentaria, la revitalización de vínculos comunitarios y la reestructuración de la economía rural a partir de una perspectiva de salud ecosistémica. A través de observaciones de campo y entrevistas etnográficas con los productores que lo aplican, se ha reportado una mejora significativa en la resiliencia de los cultivos, así como el rescate del sentido sagrado y cooperativo asociado al acto de sembrar. Por tanto, Tonantzin no constituye solo una metodología técnica, sino una pedagogía agroecológica y espiritual del territorio (Anguiano Cárdenas, 2023c).

Influencia de la agricultura biodinámica de Steiner en la teoría de la agricultura evolutiva

La propuesta metodológica Anguiano Cárdenas (2023a) integra diversas corrientes epistémicas y experimentales, entre las que destaca la influencia de la agricultura biodinámica, formulada por Rudolf Steiner en 1924. La agricultura biodinámica, originada en el marco de la antroposofía, sostiene que la producción agrícola debe armonizar los procesos de la tierra con las energías cósmicas y espirituales, promoviendo una relación activa entre el agricultor y su entorno. Steiner introdujo conceptos novedosos como el uso de preparados biodinámicos, la observación de ritmos astrales y la consideración del campo agrícola como un organismo vivo (Steiner, 1924).

Anguiano Cárdenas (2023b, 2023c) retoma estos fundamentos biodinámicos y los fusiona con los saberes ancestrales mesoamericanos —en particular, el entendimiento de Tonantzin como fuerza nutricia de la tierra— y con avances contemporáneos de la física cuántica y la biología celular. Así, surge la propuesta de agricultura evolutiva, un sistema agroecológico que, en contraste con los modelos tradicionales, incorpora la energía vital como eje de transformación productiva. La influencia de Steiner se hace patente no solo en el uso de calendarios lunares y cósmicos, sino en la concepción holística de la parcela agrícola como sistema regenerativo (Steiner, 1924; Anguiano Cárdenas, 2023a).

No obstante, Anguiano Cárdenas trasciende el marco biodinámico al integrar la teoría de los biofotones de Fritz-Albert Popp (1994, 2003) y la teoría morfogenética de Alexander Gurwitsch y Rupert Sheldrake. Estas teorías postulan la existencia de emisiones lumínicas y campos informacionales subcelulares que facilitan la comunicación y determinan la forma y vitalidad de los organismos vivos (Popp, 1994, 2003; Sheldrake, 2009; Gallep, 2009). Tales planteamientos se concretan en el desarrollo de los Fertitrones, dispositivos y bioinsumos

diseñados para restablecer el equilibrio iónico, energético y metabólico de suelos y plantas (Anguiano Cárdenas, 2023b).

En consecuencia, la agricultura evolutiva no es solo una práctica regenerativa, sino una epistemología propia: interpreta el agroecosistema como un campo vibracional, donde el agricultor desempeña el papel de sanador y canalizador de la energía vital planetaria. Concordante con esta visión, el Instituto Mikael y Agroteso han desarrollado más de cien soluciones tecnológicas agroecológicas aplicadas en miles de hectáreas, promoviendo el bienestar del suelo, así como la salud social y cultural de las comunidades agrícolas en procesos de transición (Anguiano Cárdenas, 2023c).

Tesis fundamental de la teoría de la agricultura evolutiva

La teoría de la agricultura evolutiva, formulada por Anguiano Cárdenas (2023a), postula que todo ecosistema agrícola constituye un organismo vivo en permanente transformación energética, metabólica y simbiótica. Su salud depende de la armonía consciente entre el suelo, la semilla, el cultivo, el entorno y el cosmos (Anguiano Cárdenas, 2025). Según esta teoría, el deterioro de los sistemas agrícolas convencionales se debe no solo al uso indiscriminado de agroquímicos y transgénicos, sino también a una profunda pérdida de la conciencia energética que históricamente ha vinculado a la humanidad con la tierra. En consecuencia, la restauración del sistema agroalimentario trasciende el ámbito técnico y requiere una transformación epistemológica, espiritual y tecnológica dentro de un paradigma regenerativo.

Desde esta perspectiva, la agricultura deja de ser una actividad extractiva para convertirse en una práctica de coevolución con el entorno, en la cual los insumos y procesos deben emular la lógica de los sistemas vivos. La hipótesis central sostiene que es posible mejorar la eficiencia metabólica y la inmunidad natural de los cultivos mediante la activación de biofotones, el equilibrio de cargas iónicas en el suelo y la implementación de prácticas agroecológicas biointensivas. Dicha activación se logra a través del empleo de bioinsumos diseñados según el modelo de Fertitrones, dispositivos que favorecen la regeneración del suelo y el balance energético del cultivo (Anguiano Cárdenas, 2025).

En síntesis, la teoría de la agricultura evolutiva propone una producción alimentaria fundada en la coherencia vibracional de los componentes del agroecosistema, sustentada en fundamentos de la física cuántica, la biología celular, la biodinámica y los saberes ancestrales. Este enfoque adquiere sustento empírico en la experiencia de Agroteso, cuya adopción en cultivos de maíz en Colima ha sido sistemáticamente documentada. Entre los resultados destacan la regeneración de suelos degradados, el aumento en la calidad nutricional del grano, la reducción en el uso de fertilizantes sintéticos y el mejoramiento de los rendimientos, lo cual confirma la viabilidad teórico-práctica del enfoque para impulsar la transición agroecológica a gran escala.

Principios y desarrollo del modelo agroevolutivo: Una visión integral de la agricultura evolutiva

La agricultura evolutiva llega al mercado a través de la empresa mexicana Agroteso, con más de tres décadas de innovación agroecológica. Fundada bajo la premisa de que la agricultura es un espacio formativo de la esencia humana, Agroteso se inspira en la cosmovisión mesoamericana, la ética de la vida, el bien común y una visión científica centrada en lo metabólico y simbiótico de los ecosistemas agrícolas (Agroteso, 2025).

El modelo conceptualizado por Anguiano Cárdenas (2023a) en el Instituto Mikael se fundamenta en la lógica isoquímica, una aproximación que busca superar el paradigma químico convencional al introducir un enfoque estable, armónico, metabólico y no residual para la producción agrícola. A través de prácticas integrales, Agroteso comprende el suelo, la planta, el agua, el aire y las influencias cósmicas como elementos interrelacionados que forman un sistema único (véase Tabla 3).

Tabla 3

Enfoque metodológico de la agricultura evolutiva y el método Tonantzin

<i>Dimensión / Elemento</i>	<i>Descripción clave</i>	<i>Ejemplos o aplicaciones</i>
Modelo central	Agricultura evolutiva (Anguiano Cárdenas, 2023a) como transformación integral de sistemas agrícolas	Principios regenerativos, isoquímicos y biointensivos, uso de bioinsumos
Propósito	Superar dependencia de agroquímicos y aumentar productividad sin sacrificar salud humana ni equilibrio ecológico	Sustitución de glifosato, prácticas escalables en Colima, México
Fundamentos teóricos	Integración de saberes ancestrales, agroecología, biodinámica (Steiner), energía vital, física cuántica, biofotones	Método Tonantzin combina saberes nahuas, ciclos cósmicos, espiritualidad
Soporte metodológico	Investigación-acción participativa (IAP); documentación, análisis y reconstrucción participativa	Inmersión etnográfica, observación, entrevistas, talleres, fichas de campo
Implementación	Aplicación en Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V. (Colima, México) y validación en campo por expertos y productores	2.5 años de trabajo colaborativo y sistematización de prácticas
Pilares del método Tonantzin	1. Desintoxicación de suelo con bioinsumos/Fertitrones 2. Calendarios energéticos (lunares y ciclos cósmicos) 3. Dimensión espiritual y ritual	Eliminación de insumos sintéticos; actividades ligadas a ritualidad agrícola
Factores analizados	Medio ambiente, suelo, semilla, cultivo, cosmos	Evaluación en torno a estos cinco ejes sistémicos

Estructura del diagnóstico y manejo	Diagnóstico agrobiológico → Planeación nutrimental → Tratamiento fenológico	Planeación incluye ciclo lunar y solar, condiciones de agua y predio
Productos / Ecotecnología	Bioactivadores de resistencia, macro/microelementos isoquímicos, foliares nutricionales, enmiendas regenerativas	Mayor asimilación metabólica, activación de microbiota benéfica
Resultados esperados y observados	Generación de bioinsumos propios, reducción de insumos externos, regeneración de suelos, incremento de productividad	Reportes de mayor resiliencia, eficiencia y productividad en maíz y otros cultivos
Criterios de viabilidad	Sostenibilidad, escalabilidad, innovación social	Evaluados en la práctica y el contexto rural de Colima

Fuente: Elaboración propia.

Entre los principales productos y ecotecnologías desarrollados por Agroteso se encuentran:

1. **Bioactivadores de resistencia:** Estimulan la respuesta inmune de las plantas.
2. **Macroelementos y microelementos:** Formulados bajo principios isoquímicos, permiten una alta asimilación metabólica.
3. **Foliares nutricionales y potencializadores:** Incrementan la eficiencia fotosintética y metabólica, sin generar residuos ni dependencia química.
4. **Enmiendas al suelo:** Productos regenerativos que desplazan sales, activan hongos y micorrizas nativos, aumentan la materia orgánica y mejoran la capacidad de retención de agua en el suelo.

El manejo integral de Agroteso inicia con un diagnóstico agrobiológico y continúa con una planeación nutrimental armónica, que incorpora el análisis del ciclo lunar y solar, las condiciones agroecológicas del predio y la calidad del agua. Los tratamientos se aplican conforme al desarrollo fenológico del cultivo, con el objetivo de estimular la microbiota benéfica del suelo, reducir la dependencia de insumos químicos y regenerar las dinámicas biológicas profundas del agroecosistema.

Los impactos documentados abarcan diversos cultivos (maíz, papaya, aguacate y forrajes), con mejoras en los niveles de materia orgánica, digestibilidad y productividad. Sin embargo, este apartado se centra en los resultados específicos para el cultivo del maíz, los cuales se detallan a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la validación empírica de la teoría de la agricultura evolutiva, se implementó el método Tonantzin en parcelas dedicadas al cultivo de maíz grano en el estado de Colima, México, durante los ciclos agrícolas 2024–2025. Se diseñó una comparación directa entre una parcela testigo, que empleó un manejo convencional basado en el uso de agroquímicos y

fertilizantes sintéticos, y una parcela experimental donde se adoptó el enfoque integral desarrollado por Agroteso, aplicando únicamente bioinsumos formulados bajo los principios de Anguiano Cárdenas (2025).

Para garantizar la comparabilidad, ambas parcelas compartieron condiciones edáficas, climáticas y genéticas similares: se seleccionaron lotes con un historial agronómico equivalente, se utilizaron semillas de la misma variedad y se llevaron a cabo prácticas agronómicas idénticas en lo referente a densidad de siembra, riego y manejo fitosanitario (con la diferencia fundamental del reemplazo total de insumos químicos por bioinsumos en la parcela experimental). El análisis estadístico se centró en indicadores clave de desempeño agroecológico y productivo, presentados en la Tabla 4.

Tabla 4
Resumen de resultados de la aplicación del método de agricultura evolutiva en el cultivo de maíz

<i>Indicador</i>	<i>Testigo</i>	<i>Agricultura Evolutiva</i>	<i>Cambio %</i>
Rendimiento (t/ha)	6.2	9.5	53%
Materia Orgánica (%)	1.4	2.8	100%
Costo Fertilización (\$/ha)	5800.0	4500.0	-22.4%
Uso Agroquímicos (%)	100.0	0.0	-100%
Eficiencia Energética (MJ/kg)	3.5	2.1	-40%

Fuente: Elaboración propia con datos de Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V. (2025) y Anguiano Cárdenas (2025). Documento técnico no publicado.

El análisis de los resultados arroja varias conclusiones relevantes:

1. **Incremento significativo en la productividad:** Se registró un aumento del 53% en el rendimiento del cultivo de maíz bajo el método de agricultura evolutiva (de 6.2 a 9.5 t/ha). Este resultado destaca la capacidad del sistema para superar los rendimientos de la agricultura convencional, desmitificando la percepción de que los manejos agroecológicos generan menores producciones.
2. **Mejora sustancial de la salud del suelo:** El contenido de materia orgánica en el suelo se duplicó en la parcela experimental (pasando de 1.4% a 2.8%). Este indicador biofísico es clave en la regeneración de la fertilidad del suelo, incrementando la capacidad de retención de agua y nutrientes, así como la resiliencia ante situaciones climáticas adversas.
3. **Disminución de costos de insumos:** La agricultura evolutiva permitió reducir en más de un 22% el costo por hectárea destinado a fertilización, demostrando ventajas económicas asociadas al menor uso de insumos de síntesis y la optimización de los recursos propios del agroecosistema. Esta reducción es relevante en contextos de pequeña y mediana producción, donde los márgenes de rentabilidad son críticos.
4. **Sustitución total de agroquímicos:** El método logró la eliminación completa del uso de agroquímicos, aportando beneficios directos a la salud humana, al ambiente y cumpliendo

con normativas dirigidas a la progresiva reducción de insumos peligrosos. Esta transición es también fundamental para la certificación y apertura a mercados diferenciados (orgánicos, agroecológicos).

5. **Mejora de la eficiencia energética:** La cantidad de energía invertida por kilogramo de maíz disminuyó en un 40%, al bajar de 3.5 a 2.1 MJ/kg. Esto indica una mayor eficiencia global del sistema y una huella ecológica menor respecto al manejo convencional, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y económica.

La implementación del método de agricultura evolutiva en el cultivo de maíz en Colima marca un hito en la búsqueda de sistemas productivos sostenibles, resilientes y contextualizados a las realidades locales. Los resultados demuestran que no solo es posible igualar e incluso superar los rendimientos de la agricultura convencional, sino que también se generan mejoras tangibles en los indicadores clave de salud del suelo, reducción de costos productivos y eliminación de la dependencia de agroquímicos sintéticos.

Este enfoque trasciende la dimensión técnica al integrar conocimientos ancestrales, innovación científica y una visión holística de la relación entre productores, entorno y comunidad. La duplicación de materia orgánica, la notable mejora en la eficiencia energética y la eliminación de agroquímicos resaltan el potencial transformador y regenerativo de la agricultura evolutiva, contribuyendo significativamente a la restauración de los ecosistemas agrícolas.

Además, este modelo fortalece la soberanía alimentaria y la justicia social al empoderar a los productores locales, generar ahorros económicos y propiciar alternativas de mercado diferenciadas, como los productos orgánicos o libres de tóxicos. Su adopción abre nuevas posibilidades para la diversificación y resiliencia productiva, permitiendo amortiguar los efectos de crisis alimentarias, volatilidad de precios internacionales y riesgos sanitarios asociados a patrones de producción intensiva.

La experiencia adquirida a partir de ensayos y aprendizajes en Colima constituye una base replicable para expandir el método en otras regiones del país, adaptándolo a distintos contextos climáticos, sociales y productivos. Paralelamente, estos resultados robustecen el argumento a favor de políticas públicas que incentiven la transición agroecológica y reconozcan la importancia de modelos productivos endógenos y participativos (ver Tabla 5). En definitiva, la agricultura evolutiva no solo representa una alternativa técnica viable, sino también una vía estratégica para avanzar hacia sistemas alimentarios más saludables, equitativos y en armonía con el entorno natural y cultural mexicano.

Tabla 5
Resultados, interpretación y discusión

<i>Dimensión / Variable</i>	<i>Resultados cuantitativos</i>		<i>Interpretación y discusión</i>
Rendimiento agrícola (t/ha)	Testigo: Evolutiva: (+53%)	6.2 9.5	Mayor o igual productividad que la agricultura convencional. Desmitifica el mito de bajo rendimiento en lo agroecológico.
Materia orgánica en suelo (%)	Testigo: Evolutiva: (+100%)	1.4 2.8	Duplicación indica regeneración edáfica, mejor retención de agua y nutrientes, mayor resiliencia climática.
Costo de fertilización (\$/ha)	Testigo: Evolutiva: (-22.4%)	5,800 4,500	Menor costo por uso optimizado de recursos y eliminación de insumos de síntesis.
Uso de agroquímicos (%)	Testigo: Evolutiva: (-100%)	100 0	Eliminación total: reducción de riesgos para salud, ambiente y mayor adaptación a normativas.
Eficiencia energética (MJ/kg)	Testigo: Evolutiva: (-40%)	3.5 2.1	Menor energía requerida por kg producido, menor huella ecológica.
Dimensión social y comunitaria	--		Integración de saberes ancestrales y científicos. Participación local y apropiación comunitaria.
Implicaciones para políticas públicas	--		Experiencia replicable, evidencia para diseñar incentivos y marcos legales agroecológicos.
Potencial de replicabilidad	--		Resultados robustos para extrapolación a otros cultivos, regiones y contextos sociales.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La investigación desarrollada bajo una metodología de investigación-acción participativa permitió documentar y analizar en profundidad el método de agricultura evolutiva, formulado por Anguiano Cárdenas (2023a, 2023b, 2023c, 2025) e implementado por Agroteso en el estado de Colima, México. La implicación directa de productores locales, técnicos y actores comunitarios enriqueció el proceso investigativo, favoreciendo una comprensión situada y dinámica tanto de los retos como de las potencialidades asociadas a la transición agroecológica. Esta estrategia participativa facilitó la adaptación flexible de técnicas, la apropiación de saberes y la evaluación constante de los procesos y resultados sobre el terreno, promoviendo así un aprendizaje colectivo y la generación de capacidades endógenas en las comunidades participantes.

El estudio confirma la viabilidad productiva, ecológica y social del enfoque agroecológico propuesto, el cual sintetiza los saberes ancestrales de la agricultura Tonantzin, los principios de la agricultura biointensiva de Steiner y conceptos contemporáneos como los biofotones y la isoquimia. Esta integración interdisciplinaria y transgeneracional multiplica el potencial transformador de la agricultura evolutiva, no solo a nivel técnico, sino también en términos de

una nueva cultura productiva y de una renovada ética de la relación entre el ser humano, la tierra y el alimento.

Los resultados empíricos obtenidos—especialmente en el cultivo de maíz—demuestran de manera contundente que la agricultura evolutiva no solo puede igualar o superar los rendimientos alcanzados mediante la agricultura convencional, sino que además promueve procesos de desintoxicación y regeneración profunda de los suelos, contribuye a la reducción sostenida en el uso de agroquímicos y mejora de forma significativa la eficiencia energética y económica de los sistemas productivos. Estos hallazgos son particularmente relevantes en el contexto mexicano actual, donde la dependencia de importaciones de maíz transgénico y glifosato representa una amenaza directa para la autosuficiencia alimentaria y la salud colectiva. Al contribuir al cumplimiento efectivo del derecho constitucional a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2024), el modelo ofrece una alternativa práctica y normativa a los obstáculos estructurales del sector agroalimentario nacional.

El método desarrollado por Agroteso se proyecta, así como una vía escalable, adaptable y económicamente viable para responder a los desafíos de la soberanía alimentaria, la salud pública y la sustentabilidad ambiental en México. La innovación tecnológica endógena, al fortalecer cadenas cortas de producción y consumo y disminuir la dependencia de insumos importados, constituye una herramienta estratégica para desvincular la producción nacional de las lógicas de mercado global orientadas exclusiva o prioritariamente a la ganancia económica. A pesar de las presiones internacionales y las inercias institucionales que perpetúan el modelo agroindustrial dominante, la experiencia de Agroteso y la propuesta de la agricultura evolutiva ofrecen pruebas tangibles y replicables de una transición posible hacia sistemas más resilientes, inclusivos y respetuosos con su entorno.

Finalmente, esta investigación enfatiza la urgencia y pertinencia de robustecer modelos endógenos y participativos de transición agroecológica como eje fundamental para la construcción de sistemas alimentarios más justos, resilientes y sanos, tanto en Colima como en otras regiones del país. Los aprendizajes derivados de este caso poseen un alto valor de transferencia y adaptación a distintas realidades territoriales, contribuyendo no solo a la seguridad y soberanía alimentaria, sino también al empoderamiento comunitario, la revaloración de los saberes tradicionales e innovaciones locales, y el impulso a políticas públicas coherentes con los derechos humanos, la protección ambiental y el desarrollo sostenible de México.

REFERENCIAS

- Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V. (2025). *Implemento de paquete tecnológico de fertilización para producción de maíz en temporal y con sistema de riego* [Documento técnico no publicado]. Colima, México.
- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2nd ed.). Westview Press.
- Altieri, M. A. (2009). Agroecology, small farms and food sovereignty. *Monthly Review*, 61(3), 102–111.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Icaria Editorial/CLACSO.
- Anguiano Cárdenas, J. M. (2023a). *Agricultura evolutiva: Teoría y práctica para la regeneración de los sistemas agroalimentarios*. Instituto Mikael.
- Anguiano Cárdenas, J. M. (2023b). *Fertitrones: Innovación tecnológica para la transición agroecológica*. Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V.
- Anguiano Cárdenas, J. M. (2023c). *Implemento de paquete tecnológico de fertilización para producción de maíz en temporal y con sistema de riego 2025* [PDF no publicado]. Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V.
- Anguiano Cárdenas, J. M. (2025). *Fertitrones: Método de nutrición y regeneración agrícola biointensiva para la transición agroecológica* [Manuscrito no publicado]. Agroteso S.P.R. de R.L. de C.V.
- Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), Article 3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). (2024). Artículo 4º. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Data Bridge Market Research. (2021). *Tamaño del mercado de glifosato, participación, tendencias y pronóstico 2029*. <https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-glyphosate-market>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2020, 31 de diciembre). *Decreto por el que se establecen las acciones para sustituir gradualmente el uso del glifosato y del maíz genéticamente modificado*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020
- Diario Oficial de la Federación. (2023, 13 de febrero). *Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679405&fecha=13/02/2023

- Ferguson, B. G., & Morales, H. (2010). Latin American agroecologists build a powerful scientific and social movement. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34(4), 339–341. <https://doi.org/10.1080/10440041003680215>
- Fondo Monetario Internacional. (2024, abril). *World Economic Outlook Database: United States*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/April/weo-report?c=111>
- Gallep, C. M. (2009). Bioelectromagnetic activities in living systems: Popp's Biophoton Theory and its relation to plant development and agriculture. *Bioelectromagnetics*, 30(2), 98–100. <https://doi.org/10.1002/bem.20462>
- Gliessman, S. R. (1998). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- Gliessman, S. R. (2016). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *A propósito del día mundial contra el cáncer de mama: Datos nacionales y estatales 2022*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_CMAMA23.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Producto Interno Bruto trimestral*. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>
- Morales, R. (27 de enero de 2025). Exportaciones de productos de México crecieron 4.1% en 2024. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/>
- Myers, J. P., Antoniou, M., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Fagan, J., ... & Landrigan, P. J. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks to human health and biodiversity. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(19), 18017–18020. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-2167-1>
- Pizaña, A., Fletes, M., & González, L. (2019). *Agroecología en México: Perspectivas y desafíos*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Popp, F. A. (1994). Theory of the mitogenetic radiation. *Modern Physics Letters B*, 8(21n22), 1269–1286. <https://doi.org/10.1142/S0217984994001266>
- Popp, F. A. (2003). Properties of biophotons and their theoretical implications. *Indian Journal of Experimental Biology*, 41(5), 391–402. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15244259/>
- Roberts, P. C., & Laing, T. (2021). *Agricultural policy and rural development in a globalized world*. Routledge.
- Rodríguez Alvarado, R. A., & Medina Romero, M. Á. (2024). La transición agroecológica y la soberanía alimentaria de México frente a ocho décadas de hegemonía del dólar. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5), 57–66. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2589>
- Rubio, B. (2006). *Globalización y pobreza en el campo mexicano: Impactos de las reformas estructurales en las condiciones de vida de los campesinos*. UAM-Iztapalapa.

- Secretaría de Economía. (2024). *Maíz: Intercambio comercial, compras y ventas internacionales, mercado y especialización. Data México*.
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/corn>
- Steiner, R. (1924). *Agriculture: A course of eight lectures*. Rudolf Steiner Press.
- Toledo, V. M. (1990). The ecological rationality of peasant production. In M. Altieri & S. Hecht (Eds.), *Agroecology and small farmer development* (pp. 51–58). CRC Press.
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.
- Trujillo, K. F. O., & Plascencia, J. M. O. (2023). Retos de los productores de limón ante la transición agroecológica del estado de Colima, México. *Horizontes Territoriales*, 3(5), 1–23.
- U.S. Bureau of Economic Analysis. (2024). *Gross Domestic Product, 4th Quarter and Year 2024 (Advance Estimate)*. <https://www.bea.gov/news/2024/gross-domestic-product-4th-quarter-and-year-2024-advance-estimate>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*.
<https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2024). *Mexico: Grain and Feed Annual*.
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Grain%20and%20Feed%20Annual_Mexico%20City_Mexico_03-14-2024.pdf
- Wezel, A., & Soldat, V. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), 3–18.
<https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0340>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, F., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a scientific field, a social movement, and a set of practices: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 543–553. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- World Bank. (2024a). *United States GDP (current US\$)*.
<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Bank. (2024b). *World Development Indicators: Mexico GDP (current US\$)*.
<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Zepeda, C. (2023, 20 de diciembre). México, la economía número 12 en el mundo. *La Jornada*.
<https://www.jornada.com.mx/noticia/2023/12/20/economia/mexico-la-economia-numero-12-en-el-mundo-1528>