

Revista científica Sociedad & Tecnología

Instituto Tecnológico Superior Jubones



ISSN: 2773-7349

Fecha de presentación: 12/08/2022, Fecha de Aceptación: 29/10/2022, Fecha de publicación: 01/01/2023

Itzel Cardoso-Hernández

E-mail: cife.icardosoh@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7784-0978>

Fleur Gouttefanjat

E-mail: fleur.gouttefanjat@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5733-5555>

¹Centro Universitario CIFE, México

²Sciences Po, Francia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cardoso-Hernández, I., & Gouttefanjat, F. (2023). La milpa: tecnología ambiental ancestral, como fuerza productiva y regenerativa, de México para la humanidad. *Revista Sociedad & Tecnología*, Vol. 6(1), 67-80. DOI: <https://doi.org/10.51247/st.v6i1.325>.

===== O =====

La milpa: tecnología ambiental ancestral, como fuerza productiva y regenerativa, de México para la humanidad.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo analizar el potencial de la milpa mexicana, en sus múltiples vertientes, con énfasis en la situación actual en la cual se encuentra, como fuerza productiva de la humanidad, en tanto que, es una tecnología ambiental; para lo cual se emplearon los métodos científicos de revisión bibliográfica y análisis documental, enfocados en la milpa como técnica agrícola ancestral capaz de desafiar el patrón tecnológico capitalista. Entre los principales hallazgos se tiene que: la milpa mexicana y el maíz, su componente principal, se encuentran hoy en un proceso de relativo empobrecimiento después de 40 años de neoliberalismo en México. Sin embargo, posee las características multidimensionales de una fuerza productiva, precisamente por ser una tecnología ambiental viva, regenerativa, retributiva, económica y social. El estudio aporta los elementos a quienes pretenden rescatar y resignificar a las tecnologías ancestrales, especialmente a las agrícolas; así como una ruta hacia el cambio tecnológico regenerativo (subjetivo y material) y hacia una economía realmente ecológica en Latinoamérica.

Palabras clave: milpa, fuerza productiva de la humanidad, tecnología ambiental ancestral

===== O =====

The Milpa: environmental technology, as a productive and regenerative force, from Mexico to the world

ABSTRACT

The research aims to analyze the potential of the Mexican milpa, in its many aspects, with emphasis on the current situation in which it finds itself, as a productive force of humanity, as it is an environmental technology; for which the scientific methods of bibliographic review and documentary analysis were used, focused on the milpa as an ancestral agricultural technique capable of challenging the capitalist technological pattern. Among the main findings is that: the Mexican milpa and corn, its main component, are today in a process of relative impoverishment after 40 years of neoliberalism in Mexico. However, it has the multidimensional characteristics of a productive force, precisely because it is a living, regenerative, retributive, economic and social environmental technology. The study provides the elements to those who intend to rescue and resignify ancestral technologies, especially agricultural ones; as well as a route towards regenerative technological change (subjective and material) and towards a truly ecological economy in Latin America.

Keywords: milpa, productive force of humanity, ancestral environmental technology

===== O =====

O milpa: tecnologia ambiental ancestral, como força produtiva e regenerativa, do México para a humanidade.

ABSTRATO

O objetivo da pesquisa é analisar o potencial da milpa mexicana, em seus múltiplos aspectos, com ênfase na situação atual em que se encontra, como força produtiva da humanidade, enquanto tecnologia ambiental; para o qual foram utilizados os métodos científicos de revisão bibliográfica e análise documental, com foco na milpa como técnica agrícola ancestral capaz de desafiar o padrão tecnológico capitalista. Entre as principais constatações está que: a milpa mexicana e o milho, seu principal componente, estão hoje em um processo de relativo empobrecimento após 40 anos de neoliberalismo no México. No entanto, possui as características multidimensionais de uma força produtiva, justamente por ser uma tecnologia viva, regenerativa, retributiva, econômica e socioambiental. O estudo fornece elementos para aqueles que buscam resgatar e ressignificar tecnologias ancestrais, especialmente agrícolas; bem como um caminho para a mudança tecnológica regenerativa (subjetiva e material) e para uma economia verdadeiramente ecológica na América Latina.

Palavras-chave: milpa, força produtiva da humanidade, tecnologia ambiental ancestral

===== O =====

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XIX, el modo de producción capitalista fue un fenómeno sui géneris (Marx, 1975) y los retos, que su patrón tecno-científico impuso a los procesos de reproducción de la vida natural y humana, fueron considerables (Barreda, 2019). En el marco del neoliberalismo, sus efectos nocivos han llegado incluso a poner en peligro gran parte de la vida sobre el planeta.

En este contexto y en un intento por paliar los efectos de la crisis climática en curso, el discurso de la sustentabilidad adquirió mayor relevancia en los debates internacionales hasta alcanzar el protagonista principal en la narrativa de los organismos oficiales como la Organización de Naciones Unidas (ONU). Sin embargo, el imaginario hegemónico de la sustentabilidad ha sido cuestionado en los últimos años (González Márquez & Toledo, 2020), dejando entrever los límites y vacíos que presenta esta categoría, sobre todo cuando no conlleva una crítica del desarrollo tecnológico capitalista.

A nivel teórico la crítica del modo de producción capitalista, a partir del cuestionamiento de su patrón tecno-científico, fue llevada a cabo por Veraza (2012), quien estableció una distinción clave entre lo que serían las fuerzas productivas propiamente humanas, es decir guiadas por la satisfacción de necesidades humanas concretas, frente a fuerzas productivas específicamente capitalistas, que responden a los intereses de acumulación de capital. A nivel práctico, una crítica del desarrollo tecnológico capitalista fue expresada con el surgimiento de las tecnologías ambientales o ecológicas, orientadas a la remediación (Cota Ruiz et al., 2018) y, posteriormente, a la regeneración (Hanafi & Naguib, 2013); como vías instrumentales capaces de restablecer los equilibrios socio-ecológicos perdidos en diversos campos de aplicación. Hoy, se llega incluso a perfilar el desarrollo regenerativo como cuerpo articulador de estos dos avances, marcando cierta distancia con el desarrollo sostenible clásico.

Al mismo tiempo, pese a que se estableció a nivel conceptual un vínculo entre lo que podrían ser fuerzas productivas de la humanidad en general y las tecnologías ambientales regenerativas en particular, no se llevó a cabo ningún estudio de caso sobre una tecnología ambiental en particular que mostrara su vínculo con lo que sería propiamente una fuerza productiva de la humanidad. Tampoco se ha investigado profundamente sobre el potencial de las técnicas ancestrales como fuerzas productivas realmente adecuadas a las necesidades humanas (Cardoso Hernández et al., 2022).

En efecto, la mirada moderna y científica dominante en las investigaciones, ha dejado de lado los conocimientos y las evidencias materiales provistas por culturas ancestrales para hacer frente a problemáticas socio-ecológicas. Además, las herramientas, las técnicas y los métodos ancestrales no son considerados hoy como tecnologías, debido a que no encajan en la convención moderna dada a la palabra tecnología. Derivado de este hecho, se evalúan estas técnicas con desdén y se desvaloriza su capacidad frente a la crisis eco-sistémica actual.

Asimismo, aunque se pueda probar lo contrario y se reconozca a los sistemas de conocimiento y a las prácticas de los pueblos originarios como recursos importantes para la adaptación al cambio climático, poco se han utilizado de manera sistemática y han sido marginados en la concepción de políticas públicas y en la investigación científica. Por ejemplo, en la literatura científica, los campos y áreas donde se ha registrado este tipo de conocimiento indican que las mayores lagunas se encuentran en América Latina (Petzold et al., 2020). De este modo, ante los vacíos en este tipo de investigación, los conocimientos y técnicas ancestrales ahora son retomados por los investigadores regionales y se comienza a observar un ligero incremento en las reflexiones acerca de técnicas ancestrales concretas que podrían ayudar a paliar o revertir los efectos agudizados de la actual crisis eco-sistémica.

Por su parte, la milpa es reconocida en México como uno de los mejores modos de producción múltiple de alimentos que, además y al contrario de otros métodos de producción agroalimentaria, cumple con los criterios rectores de la sustentabilidad, tanto en su versión hegemónica como en su vertiente más crítica del desarrollo tecnológico capitalista, según la evaluación realizada por Sánchez y Romero (2018).

La milpa es una técnica agrícola ancestral particularmente valiosa que enfrentó sin embargo, desde al menos 40 años, un proceso de degradación multidimensional, resultado de varios

factores como: la apertura comercial de México a la globalización económica, el desarrollo de la bioingeniería genética, las políticas públicas agrarias relativas a esta, e incluso, la propia devastación ambiental (Barreda, 2019).

En medio de esta incipiente reflexión acerca del potencial de ciertas técnicas ancestrales como fuerzas productivas de la humanidad, en un contexto de devastación ambiental y de crisis climática, tomando como caso de estudio a la milpa mexicana se inscribe la presente investigación, que tiene por objetivo analizar el potencial de la milpa mexicana, en sus múltiples vertientes, con énfasis en la situación actual en la cual se encuentra, como fuerza productiva de la humanidad en tanto que es una tecnología ambiental regenerativa.

METODOLOGÍA

Este estudio, de tipo exploratorio y de corte cualitativo, se basó en la propuesta teórica establecida por Marx (1975) acerca de las fuerzas productivas; misma que fue complementada por Veraza (2012), a partir del concepto de fuerzas productivas de la humanidad, distinguiéndolas de las fuerzas productivas específicamente capitalistas. Al mismo tiempo, esta investigación retomó ampliamente la categoría de tecnología ambiental regenerativa como fuerza productiva de la humanidad (Cardoso Hernández & Gouttefanjat 2022). Por lo tanto, sus propósitos particulares son:

- 1) especificar los orígenes y las características esenciales de la milpa como tecnología agrícola ancestral;
- 2) establecer el potencial de la milpa como fuerza productiva de la humanidad;
- 3) definir el alcance de la milpa como fuerza productiva de la humanidad desde la perspectiva de la tecnología ambiental regenerativa después de 40 años de neoliberalismo.

En la investigación se emplearon los métodos científicos de revisión bibliográfica y análisis documental, enfocados en tres categorías analíticas: milpa, fuerza productiva de la humanidad y tecnología ambiental regenerativa ancestral. A partir de estas categorías, se establecieron preguntas que guiaron a la investigación, tal como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Preguntas de análisis según las categorías analíticas empleadas en el estudio

Categorías	Preguntas
Milpa	¿Qué es la milpa? ¿Cuándo surge y por qué? ¿Cuáles son los elementos que la componen? ¿En qué consiste su actual degradación en el marco del neoliberalismo? ¿Cómo participa en este proceso el grano de maíz originario?
Fuerza productiva de la humanidad	¿Qué es una fuerza productiva? ¿Propósitos y cuáles son sus elementos característicos? ¿Qué criterio usar para distinguir una fuerza productiva de la humanidad de una que no es propiamente humana?
Tecnología ambiental regenerativa	¿Qué define a la tecnología ambiental regenerativa? ¿Se comprende la tecnología ambiental regenerativa como fuerza productiva de la humanidad?

Fuente: Adaptado de. Tobón (2017, p.8)

Selección de los documentos y distribución por tipo

1. Se buscaron artículos científicos en las bases de datos de alta indización como Web of Sciences y Scopus. Se privilegiaron las ciencias agronómicas, la biotecnología y las ciencias de la tierra. Adicionalmente, debido a la poca representación que el conocimiento ancestral, tradicional o indígena tiene en las bases de datos indicadas, se buscaron artículos de calidad en otras bases de datos como Redalyc y Latindex, que proporcionaron un enfoque de las ciencias sociales y humanidades más amplio respecto a la milpa. El proceso de selección de tales documentos debía contener la palabra milpa asociada a: fuerza productiva, conocimiento indígena, cambio climático, crisis ambiental, neoliberalismo, técnica, características, usos culturales, buen vivir, maíz transgénico, México, conflicto y ruralidad.
2. Para contrastar las fuentes de información, se seleccionaron documentos académicos y oficiales provenientes de repositorios de universidades de prestigio y organismos oficiales como el Instituto Nacional de Antropología e Historia (ENAH), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-X), el Consejo Nacional para la Tecnología y la Ciencia (CONACYT), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) y la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
3. Los criterios de selección de los documentos, estuvieron dados por el tratamiento histórico, arqueológico o tecnológico ancestral del tema, no necesariamente debieron cumplir con un criterio temporal estricto; pero, se dio prioridad a aquellos incluidos en el periodo de 2015 a 2022, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tipo de documentos utilizados en el estudio

Documentos	Sobre el tema	De contextualización o complemento	Latinoamericanos	De otras regiones
Artículos teóricos	4	0	4	0
Artículos científicos	29	13	21	8
Libros teóricos	2	0	1	1
Libros científicos	4	1	3	1
Tesis doctoral	1	0	1	0
Informes oficiales	1	0	1	0
Periódico	1	0	1	0
Total	42	14	32	10

Fuente: Elaboración propia

El procesamiento de la información recaudada se realizó cumpliendo las siguientes etapas:

Etapa 1. Elaboración de una base de datos referencial

A partir de la revisión puntual de artículos y de la selección de los 42 documentos, se procedió a la elaboración de referencias teóricas a través del uso de la plataforma Mendeley para la

gestión de referencias. Con esto, se identificaron los elementos constitutivos de las tres categorías conceptuales en las que se fundamenta el estudio.

Etapa 2. Análisis de la milpa como fuerza productiva de la humanidad

De manera paralela, se llevó a cabo la revisión de documentos científicos relativos a la milpa, con el objetivo de establecer cuáles son sus componentes esenciales y de ubicar los retos que enfrenta en la actualidad. Posteriormente, la información encontrada fue cruzada para determinar en qué medida la milpa puede ser considerada como una fuerza productiva de la humanidad específicamente regenerativa.

Etapa 3. Resultados y conclusiones

A partir del cumplimiento de la etapa 2 se sistematizaron y redactaron los resultados y conclusiones acerca del potencial de la milpa como fuerza productiva de la humanidad, y como tecnología regenerativa. Estos primeros resultados fueron posteriormente reconsiderados a la luz de la situación actual en la cual se encuentra la milpa después de 40 años de neoliberalismo en México.

DESARROLLO

Para dar cumplimiento al propósito de ese trabajo se partió del análisis de las categorías teóricas: fuerzas productivas de la humanidad y tecnología ambiental regenerativa.

La primera de estas categorías fue desarrollada por Karl Marx, en su obra *El Capital* de 1867, a partir de los estudios de Charles Darwin sobre la evolución de la vida y los órganos vegetales y animales. Posteriormente, dicho concepto fue recuperado y desarrollado por Jorge Veraza, quien enfatiza en la diferencia entre las fuerzas productivas propiamente humanas y las fuerzas productivas capitalistas. Para él, un primer criterio para evaluar lo qué es una fuerza productiva y su carácter positivo para la humanidad es que favorezca la vida en su totalidad.

La tecnología y las fuerzas productivas en general, vistas desde la perspectiva de la vida y para la vida, pueden ser consideradas como formas orgánicas de organización social que sirven para la reproducción y ampliación de la vida; son frutos de la praxis humana y tienen como objetivo la reproducción y desarrollo de esta praxis. Asimismo, para Marx y Veraza, la vida humana se caracteriza por ser una vida pautada por la libertad, por lo que, las fuerzas productivas habrían de tener una finalidad libertaria si quieren ser consideradas como fuerzas productivas de la humanidad.

La segunda categoría, tecnología ambiental regenerativa, considera que, dado el contexto actual de crisis climática y devastación ambiental, las fuerzas productivas técnicas y procreativas se vuelven regenerativas cuando se las devuelve a su concepción original; es decir cuando, de nuevo, se hace de la vida el eje central de su concepción y del despliegue de estas técnicas (Cardoso Hernández & Gouttefanjat, 2022).

Además, se consideran fuerzas regenerativas porque en sus principios, tanto de regeneración como de producción y reproducción sociales, son capaces de coligar con las características subjetivas y materiales que configuran a estas fuerzas sobre la base en la relación directa que mantienen con la naturaleza y sus reservas constituidas por el territorio, el modo de organización social y la sucesión histórica (Veraza et al., 2018). Así, desde el punto de vista regenerativo, al reestablecer los medios eco-sistémicos y socialmente desarrollados a favor de la vida; se hace de las fuerzas técnicas y procreativas, fuerzas regenerativas por definición: a favor del ambiente, la naturaleza y de la humanidad. A continuación, se profundiza en estas categorías.

1. La milpa como fuerza productiva de la humanidad

La milpa es un sistema de policultivos desarrollado por campesinos mesoamericanos, hace al menos 10 mil años, en el cual se conforma un ecosistema complejo repartido en varios pisos, tanto aéreos como subterráneos, en los cuales existen interacciones simbióticas y cooperativas entre las plantas, el suelo, el aire, el agua y demás elementos del ambiente.

La milpa responde a las características esenciales de una fuerza productiva humana por varios motivos. En primer lugar, la milpa tiene como objetivo fundamental el cultivo de la vida, en sus múltiples expresiones a partir del cultivo del maíz. En efecto, en tanto que técnica agrícola ancestral, fue desarrollada para asegurar una subsistencia alimentaria perenne, integral y saludable y cumple, de este modo, con la función de reproducir la vida humana.

Sin embargo, por sus elementos constitutivos¹, la milpa favorece no solamente la reproducción de la vida humana sino también su ampliación y desarrollo, al favorecer una sinergia positiva entre las necesidades humanas y las cualidades de las plantas, de los animales, de los hongos o de los microorganismos que se desarrollan en su seno (Gouttefanjat, 2020). Se conforma así un complejo sistema tecnológico y biológico puesto al servicio de la humanidad y de la satisfacción de sus necesidades; pero también del ambiente, al propiciar la conservación de sus complejos ecosistemas.

En este sentido, además, la milpa posibilita aminorar la erosión y degradación del suelo al favorecer una reposición de los nutrientes, lo que hace de ella un multicultivo de baja entropía y de alta capacidad adaptativa (Collin, 2021). Además, la milpa permite obtener una buena productividad y cosechar productos agrícolas a lo largo del año, por estar basada en ciclos de cultivo.

En segundo lugar, la milpa es resultado de la praxis humana y no de las meras fuerzas biológicas de la naturaleza. Los alimentos y servicios obtenidos a través del cultivo, no se producen sin la participación humana, como sí los hacen otras expresiones de la vida vegetal o animal. La milpa es una fuerza productiva humana, por ser resultado de la praxis intencional y porque el medio para trabajarla corresponde al desarrollo de las capacidades fundamentales de acción, de técnica, de organización colectiva y de libertad humanas (Cardoso Hernández & Gouttefanjat, 2022).

¹ En la milpa básica compuesta del maíz, del frijol y de la calabaza, el maíz sirve de soporte para el crecimiento del frijol que, a su vez, permite la fijación del nitrógeno en el suelo. La calabaza, por su parte, con sus hojas extendidas, permite la retención de la humedad y aleja los insectos; al mismo tiempo que frena el desarrollo de malezas al aportar sombra (Gouttefanjat, 2020; Collin, 2021). Estas interacciones se encuentran potenciadas cuando se adicionan otros cultivos como el tomate, el jitomate, los árboles frutales, como el aguacate o la papaya, o distintos tubérculos (Ebel et al., 2017; Sánchez & Romero, 2018). Adicionalmente, la milpa atrae diversos animales e insectos de provecho para las familias campesinas y para la polinización (Santos Fita et al., 2013). Los elementos que constituyen la milpa han cambiado históricamente, en función de las necesidades de cada familia o comunidad, del suelo, del clima o de las demás características de las parcelas.

2. La milpa como fuerza productiva de la humanidad por ser una tecnología ambiental regenerativa

La milpa, sobre la base de los planteamientos conceptuales, cumple con los criterios que definen una tecnología ambiental regenerativa. Primero, porque es resultado de la aplicación práctica de saberes, conocimientos, métodos o procesos de alta complejidad en la producción de alimentos y para la conservación, reproducción y mejora de sus simientes. En segundo lugar, la milpa tiene, frente a las inminentes amenazas de orden ambiental, la capacidad de recuperar y de otorgar un nuevo sentido al medio alimentario, ecológico y humano actualmente degradado. Especialmente en un contexto en el cual el hambre no se ha erradicado y la industria alimentaria ha demostrado limitaciones a la hora de mantener la vitalidad del ecosistema; aun cuando se pretende aportar elementos sustanciales a la calidad y nutrición de la población, especialmente a la más necesitada.

Así, el vínculo que hace de la milpa una tecnología ancestral, una fuerza productiva de la humanidad y una tecnología ambiental regenerativa, se describe esencialmente por:

- a) su capacidad de agregar valor de uso positivo para la humanidad al reflejarse ella misma como una fuerza técnica viva;
- b) articular conocimientos ancestrales con los saberes regionales, sobre los ciclos naturales y temporales de la absorción de nutrientes, la fijación de nitrógeno, las propiedades del suelo, las prácticas rituales e identitarias, una cultura alimentaria y gastronómica enriquecida;
- c) demostrar un objetivo multidimensional presentándose lo mismo como práctica de cohesión social, o práctica de resistencia; al mantener técnicas milenarias vivas frente a sistemas de producción de monocultivo. O bien, cuando en su implementación, no se genere una rentabilidad ni competitividad inmediatas, al contrario, se busca la autosuficiencia e independencia de los transgénicos o híbridos de patente;
- d) retribuir económica, social y ecológicamente;
- e) reorganizar la complejidad de la producción de maíces para diversos usos: rituales, gastronómicos y económicos con prácticas tecnológicas y humanas diferenciadas; e
- f) integrar, fomentar e instrumentar nuevas técnicas coadyuvantes (Collin, 2021; Cardoso & Gouttefanjat, 2022).

La implementación de la milpa, en resumen, es capaz de mejorar y/o regenerar el entorno natural al recuperar los equilibrios vitales y/o restaurar sus fuerzas biológicas y propiedades originales; al comprender e integrar las relaciones organizativas implícitas entre sus múltiples dimensiones técnica, económica, social y natural (Cardoso & Gouttefanjat, 2022).

Como fuerza procreativa, ancestral, ambiental y regenerativa, la milpa tiene el propósito de sostener la vida en cada contexto a escala local, regional o continental, aportando valor de uso positivo a la humanidad y a la naturaleza, en un sentido integrador, retributivo, co-evolutivo, autorregulado y emancipatorio (Collin, 2021; Cardoso Hernández & Gouttefanjat, 2022).

3. Desafíos para la milpa después de 40 años de neoliberalismo

En el marco de la globalización económica y a partir de la década de los años ochenta, en México se implementó un programa de modernización del campo basado en los principios formulados en el contexto de la “Revolución Verde”, llevada a cabo a partir de la segunda mitad del siglo XX. A grandes rasgos, este cambio de rumbo fue sinónimo de apertura

comercial, de fin de los precios de garantía a granos y oleaginosas básicos, de restructuración del sistema de crédito, de desmantelamiento de las instituciones de aseguramiento, de privatización de las empresas estatales, del reparto agrario, de reformas constitucionales y de subsidios desacoplados, lo cual redondeó en una socavación del ejido como núcleo organizativo y productivo del campo (Cabrera, 2015; De Ita, 2016; Nápoles, 2017). A nivel de cultivos, se fomentó el uso de maquinaria industrial, de varios tipos de agrotóxicos y de semillas híbridas o transgénicas.

La implementación acelerada de este modelo también impactó de manera negativa a los recursos naturales y las formas organizativas de las comunidades campesinas y nativas de México. Siendo el ejido y las comunidades agrarias y rurales en general lugares en los cuales sobrevive el cultivo de la milpa, este proceso global de debilitamiento del ejido tuvo impactos directos sobre la milpa y sus características esenciales.

En primer lugar, se observó una tendencia a la erosión y acidificación del suelo como resultado del uso excesivo de fertilizantes, plaguicidas sintéticos y de cultivos organizados bajo la forma de monocultivos (García Hilario et al., 2016; García & Toscana, 2016). En segundo lugar, se registró una pérdida y homogenización de la biodiversidad, producto del uso de agrotóxicos; pero sobretodo, del uso cada más generalizado de semillas híbridas mejoradas o transgénicas (Orozco Ramírez et al., 2020; Ortega, 2020); así como la contaminación de maíces nativos por parte de transgenes, situación que ha sido particularmente aguda dada la polinización abierta del maíz que permite un flujo continuo de los genes entre las plantas.

Eso significó, además, la pérdida de numerosas variedades de semillas, tanto en general como de los cultivos involucrados en particular. En 1952, por ejemplo, se reportó la existencia en México de 25 razas, cuatro subrazas y más de 2 mil variedades de maíz, todas ampliamente distribuidas en el territorio mexicano (Jácome & Montes, 2014); hoy se estima, queda solo el 20% de éstas (García & Toscana, 2016).

En tercer lugar y, en consecuencia, el sabor y la calidad nutricional de los productos de la milpa han sido alterados, sin que esto propicie un debate internacional sobre los efectos a largo plazo en la salud de la población. Asimismo, se ha generado una amplia pérdida de productos derivados de la producción milpera y ciertas prácticas culturales articuladas al cultivo del maíz (Jácome & Montes, 2014).

La discusión final partió del vacío existente en la literatura académica acerca de las potencialidades que pueden tener ciertas técnicas ancestrales como tecnologías ambientales regenerativas y, en general, como fuerzas productivas de la humanidad. Criterio compartido por Petzold et al. (2020), quienes consideran que los conocimientos indígenas, campesinos o locales han sido marginados porque representan un desafío para el desarrollo pleno del modo de producción capitalista. Asimismo se encuentra, sentido en las reflexiones de Lam et al. (2020), acerca del conocimiento científico occidental como modelo hegemónico del pensamiento. Como consecuencia de lo anterior, el conocimiento indígena y ancestral ha permanecido al margen en las investigaciones científicas a nivel mundial.

Esto constituye un problema debido a que, desde una perspectiva arqueológica, el estudio y la regeneración de las tecnologías del pasado pueden transformar el campo, revitalizar las economías rurales y ayudar a la población de los países en desarrollo a mantener su independencia, especialmente cuando cada territorio cuenta con algún tipo de tecnología agroalimentaria ancestral (Guttmann Bond, 2010) y cuando se tienen, además, los elementos para resignificarlas en la actualidad (Kaptijn, 2018). Lo cual es particularmente pertinente en el marco de la devastación ambiental actual y de la crisis climática en curso, especialmente cuando los objetivos planteados por la globalización económica no fueron alcanzados (Odisio, 2017).

Recuperar las tecnologías asociadas al cultivo de alimentos y aquellas realmente a favor de la vida humana, animal y vegetal como un conjunto integrado aportó ya algunos ejemplos prácticos. En efecto, existe evidencia sobre comunidades que aplicaron los conocimientos ancestrales, conservando los principios trazados por sus propias culturas. En la literatura regional del continente americano, comienzan a registrarse y a replicarse otras tecnologías ancestrales como aplicadas a la prevención de los riesgos como: el *sukakollu*, las *taqanas*, la *q'ochas* o *q'otas*, *tarazukas*, *q'otañas*, los campos elevados, el cultivo en terraplenes o mediante otros sistemas de drenaje y buenas prácticas. Estas tecnologías ambientales, asociadas a sistemas de manejo y preservación de los recursos naturales en conjunto, demostraron paliar efectos negativos del cambio climático en países como Bolivia (Camacho, 2009), aunque no son suficientes.

Los resultados, mostraron que la milpa es una creación mesoamericana que sintetiza la reproducción de la vida vegetal, animal y humana comunitaria (Gouttefanjat, 2020). Es una invención de propiedad colectiva y retributiva con la naturaleza; es una fuerza productiva de la humanidad por ser también una tecnología ambiental regenerativa. Sin embargo, se registraron también para la milpa, los desafíos después de 40 años de neoliberalismo y la agroindustria.

En efecto, las políticas agrarias llevadas a cabo durante el periodo neoliberal, así como las prácticas agrícolas propiciadas en ese periodo, abonaron a una degradación de las características esenciales y positivas de la milpa; además de generar problemas sanitarios para las poblaciones que consumieron transgénicos o productos agrícolas con residuos de agrotóxicos: alergias, disfunciones endocrinas, abortos espontáneos y cánceres (Álvarez Buylla & Piñeyro Nelson, 2013). También, el grano de maíz es considerado cada vez más como un objeto aislado de su entorno natural y social; se busca beneficiarse de él sin tomar en cuenta las demás características de la planta en su conjunto o de su entorno natural (Castañeda & Massieu, 2016; Collin, 2021).

Las anteriores observaciones son algunas de las razones por las cuales el gobierno actual de México decidió, a partir del 2018, fomentar el cultivo de granos básicos bajo forma de milpa mediante el programa "Sembrando Vida", con la intención de recuperar el conocimiento tradicional producto del intercambio local de experiencias y saberes entre los productores y los asistentes técnicos del programa, sin el uso de ningún insumo sintético e intercalando milpa entre árboles frutales. Esto es evidencia de que, la ruta hacia la regeneración es viable; pero, es preciso profundizar en los aspectos tecnológicos de lo mismo y en el valor del conocimiento ancestral como fuente de invenciones e innovaciones que sustenten el desarrollo tecnológico regenerativo apropiado a cada región y a cada problemática general o agroalimentaria, en lo particular.

En resumen, la llamada modernización del campo mexicano implicó una degradación general de los recursos naturales, erosión y degradación de los suelos, pérdida de la biodiversidad, pérdida de la calidad nutritiva de los alimentos producidos y de las formas organizativas de las comunidades campesinas e indígenas de México, lo cual queda reflejado en los ámbitos sociales, económicos o ecológicos directamente o indirectamente vinculados.

CONCLUSIONES

Las averiguaciones realizadas a través de la revisión bibliográfica permiten concluir que:

- La milpa posee las características esenciales para ser considerada una fuerza productiva de la humanidad por ser, en particular, una tecnología ambiental que además de ser regenerativa, es ancestral. Sin embargo, de manera acelerada y a más

de 40 años de neoliberalismo en México, la milpa ha sufrido cambios profundos, al igual que el cultivo del maíz, su principal componente. Hoy, las milpas mexicanas se encuentran amenazadas por diversos procesos económicos, tecno-científicos y sociales; por lo que necesitarían ellas mismas ser beneficiadas de alguna tecnología ecológica de regeneración. No obstante, su potencial para hacer frente a los efectos negativos de la crisis climática y socio-ecológica en curso es alto, incluso en el estado en el cual se encuentra ahora.

- Teóricamente, la milpa validada desde la perspectiva de la vida y para la vida, puede ser considerada como una fuerza orgánica y de organización social para la reproducción y ampliación de la vida ya no solo humana. Lo anterior hace de las fuerzas técnicas y procreativas fuerzas regenerativas por definición, a favor del ambiente, la naturaleza y la humanidad. Por lo mismo, se convierten en sí mismas en insumo creativo para toda innovación tecnológica en el campo, la academia o el desarrollo que apunte hacia una economía realmente ecológica y retributiva.
- Como desafío investigativo, hará falta identificar más tecnologías ancestrales que puedan fungir como herramientas ambientales regenerativas y como fuerzas productivas de la humanidad; lo mismo que registrarlas, estudiarlas y potenciarlas, específicamente como tecnologías ambientales ancestrales regenerativas. Queda esto como un trabajo pendiente para el ámbito investigativo internacional en general y para Latinoamérica y para México en particular.

LIMITACIONES Y ESTUDIOS FUTUROS

El trabajo tiene como limitación su carácter exploratorio. Los autores tienen como propósito continuar investigando sobre esta temática para indagar sobre el impacto de la milpa mexicana en la producción de alimentos, desde un enfoque correlacional.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a la Doctora Yolanda Massieu Trigo investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, CDMX, México; por su aportación material para la culminación de la investigación llevada a cabo.

REFERENCIAS

- Álvarez-Buylla, E. R., & Piñeyro Nelson, A. (2013). *El maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México* (C. Carrillo Trueba (ed.); 1a ed.). UNAM. https://www.biodiversidadla.org/Documentos/El_maiz_en_peligro_ante_los_transgenicos._Un_analisis_integral_sobre_el_caso_de_Mexico
- Barreda, A. (2019). Anatomía de la decadencia de la relación capitalista entre la sociedad y la naturaleza. En: L. Enríquez, A. Barreda, & R. Espinoza (Eds.) *Economía política de la devastación ambiental y conflictos socio-ambientales en México*. 1a ed. (pp. 23-141). Editorial Ítaca.
- Cabrera, S. (2015). Las reformas en México y el TLCAN. *Problemas Del Desarrollo*, 46(180), 77-101. [https://doi.org/10.1016/s0301-7036\(15\)72120-6](https://doi.org/10.1016/s0301-7036(15)72120-6)
- Camacho, E. (2009). Tecnologías ancestrales y su vigencia frente al cambio climático. *CienciAgro, Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*, 1(4), 138-142. <https://www.institutoagrario.org/cienciagro>

- Cardoso Hernández, I., Luna Nemecio, J., & Gouttefanjat, F. (2022). Sustentabilidad y crisis climática global: tecnologías ambientalmente regenerativas como fuerzas productivas de la humanidad. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(31), 1-16. <https://doi.org/10.46652/rgn.v7i31.899>
- Cardoso Hernández, I., & Gouttefanjat, F. (2022). Sustentabilidad, tecnología ambiental y regeneración ecosistémica: retos y perspectivas para la vida. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 142-157. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2687/2643>
- Castañeda, Y., & Massieu, Y. C. (2016). Las semillas de maíz en México : artefacto, bien común y ser vivo. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 16(32), 18-48. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/312>
- Collin, L. (2021). La milpa como alternativa sustentable orientada al buen vivir. *Scripta Ethnológica*, XLIII (enero-diciembre), 9-36. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14869377001>
- Cota Ruiz, K., Nuñez Gastelum, J. A., Delgado Rios, M., & Martinez Martinez, A. (2018). Biorremediación: Actualidad de conceptos y aplicaciones. *Biotecnia*, 21(1), 37-44. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i1.811>
- De Ita, A. (2016). *Las políticas agrarias y ambientales en México y su impacto en los derechos de los indígenas y de los campesinos sobre sus territorios: 1990-2010*. UNAM. 132.248.9.195/ptd2016/enero/0740200/Index.html
- Ebel, R., Cárdenas, J. G. P., Miranda, F. S., & González, J. C. (2017). Organic milpa: Yields of maize, beans, and squash in mono-and polycropping systems [Manejo orgánico de la milpa: Rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo]. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149-160. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i2.166>
- García, A., & Toscana, A. (2016). Presencia de maíz transgénico en la Sierra Norte de Oaxaca. Un estudio desde la mirada de las comunidades. *Sociedad y Ambiente*, 12, 119-144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455749968006>
- García Hilario, F., Cruz Morales, J., Castro Ramírez, A. E., Hamilton R., T. T., & Pacheco Flores, C. (2016). The crisis of the milpa system: cultural and biological erosion in San Juan de las Nieves, Malinaltepec, Guerrero, Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, 57, 113-123. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2016.57.003>
- González Márquez, I., & Toledo, V. (2020). Sustainability science: A paradigm in crisis? *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su12072802>
- Gouttefanjat, F. (2020). El maíz como fuerza productiva civilizatoria: ecología y comunidad en Mesoamérica. *PACHA, Revista de Estudios Contemporáneos Del Sur Global*, 1(3), 51-63. <https://doi.org/10.46652/pacha.v1i3.43>
- Guttmann-Bond, E. (2010). Sustainability out of the past: How archaeology can save the planet. *World Archaeology*, 42(3), 355-366. <https://doi.org/10.1080/00438243.2010.497377>
- Hanafi, M. A., & Naguib, M. M. (2013). Bio-regenerative rating technique: a critical review. In C. Marinov, AM and Brebbia (Ed.), *Ecosystems and Sustainable Development IX*, 175, 233-246. <https://doi.org/10.2495/ECO130201>
- Jácome, G., & Montes, R. (2014). El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: el caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 52-53, 21-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75749284003>

- Kaptijn, E. (2018). Learning from ancient water management: Archeology's role in modern-day climate change adaptations. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Water*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/wat2.1256>
- Lam, D. P. M., Hinz, E., Lang, D. J., Tengo, M., von Wehrden, H., & Martin-Lopez, B. (2020). Indigenous and local knowledge in sustainability transformations research: a literature review. *Ecology and Society*, 25(1). <https://doi.org/10.5751/ES-11305-250103>
- Marx, K. (1975). *El capital*. Tomo 1, vol.1. 1a ed. Siglo XXI.
- Nápoles, P. R. (2017). Neoliberal reforms and NAFTA in Mexico. *Economía UNAM*, 14(41), 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.eunam.2017.06.004>
- Odisio, J. (2017). Explorando el modelo neoliberal mexicano: ensayo de una reflexión crítica a propósito de la publicación de México cruce de siglos 1970-2014. *Economía Informa*, 403 (marzo-abril), 36–45.
- Orozco-Ramírez, Q., Bocco, G., & Solís-Castillo, B. (2020). Cajete maize in the Mixteca Alta region of Oaxaca, Mexico: adaptation, transformation, and permanence. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(9), 1162–1184. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1646374>
- Ortega, R. (2020). *Aportes al estudio de la diversidad de maíz en México*. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documents/15245.pdf>
- Petzold, J., Andrews, N., Ford, J. D., Hedemann, C., & Postigo, J. C. (2020). Indigenous knowledge on climate change adaptation: a global evidence map of academic literature Environmental Research Letters Indigenous knowledge on climate change adaptation: a global evidence map of academic literature. *Environmental Research Letters*, 15(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb330>
- Sánchez, P., & Romero, O. (2018). Evaluación de la sustentabilidad del sistema Milpa en el estado de Tlaxcala, México. *Revista de El Colegio de San Luis.*, 15 (abril), 1–28.
- Santos Fita, D., Naranjo, E., Bello, E., Estrada, E., Mariaca, R., & Macario, P. (2013). La milpa comedero-trampa como una estrategia de cacería tradicional maya. *Estudios de Cultura Maya*, 42(1), 87–118.
- Tobón, S. (2017). *Manual de Investigación de CIFE*. <https://www.cife.edu.mx/>
- Veraza, J. (2012). *Karl Marx y la técnica desde la perspectiva de la vida. Para una teoría marxista de las fuerzas productivas*. 1a ed. Editorial Itaca.
- Veraza, J., Flores, G., & Barreda, A. (2018). Teoría del valor, fuerzas productivas y la perspectiva humanista de Marx respecto a la naturaleza. Discusión en torno al artículo "Karl Marx: Naturaleza y crítica de la economía política." In *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(11), 151–157. <https://core.ac.uk/download/pdf/305104411.pdf>

CONTRIBUCIÓN DE LOS COAUTORES

Cuadro resumen de la contribución de los coautores

Coautor	Responsabilidad
Itzel Cardoso Hernández	Diseño de la investigación. Búsqueda, selección de literatura y elaboración de la base de datos referenciales. Fundamentación de las tecnologías ambientales, ancestrales y enfoque regenerativo. Redacción del artículo.
Fleur Gouttefanjat	Revisión de material bibliográfico. Fundamentación en teoría económica, fuerzas productivas y enfoque crítico. Redacción del artículo. Corrección de estilo.