

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 33, Número 62. Julio – Diciembre 2023
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Milpa, diálogo de saberes y la relación campesino-tierra

Milpa, dialogue of knowledge and the peasant-land relationship

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1335>
e231335

Miguel Ángel Damián Huato*
<https://orcid.org/0000-0003-3499-2936>

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2023.

Fecha de aceptación: 07 de octubre de 2023.

*Colegio de Historia. Facultad de Filosofía y Letras.
Benemérita Universidad de Puebla.
Avenida Don Juan de Palafox y Mendoza número 229.
Col. Centro, 72000.
Puebla, Puebla.
Dirección electrónica: damianhuato@hotmail.com

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivos: evaluar la aplicación de tecnologías radicales y progresivas en el manejo de maíz de secano en dos municipios de Puebla-México; identificar las tecnologías aplicadas por los maiceros eficientes y reflexionar sobre su impacto en la productividad y en la relación campesino-tierra. **Metodología:** se aplicaron 60 encuestas en Cohetzala y 118 en Chalchicomula de Sesma, para medir la apropiación de tecnologías radicales (IATR) y progresivas (GETP). Se diseñaron dos tipologías de productores. **Resultados:** se encontró que el IATR fue bajo en Cohetzala y medio en CHS, sin mostrar una relación con los rendimientos. Respecto al GETP, ambos municipios mostraron valores altos y hubo una relación directa con los rendimientos. La tipología de maiceros según su productividad reveló que la integración de tecnologías distintas en el manejo de maíz derivó en una innovación que mejoró los rendimientos y la sostenibilidad; la mayoría de los maiceros aplicaron un diálogo de saberes que tiene como base el manejo de la biodiversidad, la cual genera colaboraciones y simbiosis. **Limitaciones:** no se midió a nivel de campo la diversidad de flora y fauna que cohabita en la milpa, ni se realizaron estudios de laboratorio para analizar los atributos de los suelos. **Conclusiones:** garantizar el derecho a la alimentación exige la identificación de milperos eficientes, la evaluación de las tecnologías que se aplicaron en la construcción del agronicho y la revaloración del diálogo de saberes.

Palabras clave: desarrollo regional, tecnologías radicales y progresivas, milpa, biodiversidad, simbiosis, diálogo de saberes y fractura metabólica.

Abstract

Objectives: to evaluate the application of radical and progressive technologies in the management of rain-fed maize in two municipalities of Puebla-Mexico; to identify the technologies adopted by efficient maize growers and to reflect on their impact on productivity and the peasant-land relationship. **Methodology:** 60 surveys were applied in Cohetzala and 118 in Chalchicomula de Sesma (CHS), to assess the adoption of radical (IATR) and progressive (GETP) technologies. Two typologies of producers were developed. **Results:** we found that the IATR was low in Cohetzala and medium in CHS, with no relation to yields. Regarding the GETP, both municipalities showed high values and there was a direct relationship with yields. The typology of maize growers based on productivity revealed that the integration of different technologies in maize management resulted in an innovation that improved yields and sustainability. Most maize growers applied a dialogue of knowledge based on the management of biodiversity, which generates collaborations and symbiosis. **Limitations:** the diversity of flora and fauna cohabiting in the milpa was not measured at the field level; nor did it perform laboratory studies to analyze the attributes of the soils. **Conclusions:** guaranteeing the right to food requires identifying the efficient maize growers, the evaluation of the technologies applied in the construction of the agro-niche and the reassessment of dialogue of knowledge.

Keywords: regional development, radical and progressive technologies, milpa, biodiversity, symbiosis, dialogue of knowledge and metabolic fracture.

Introducción

La aplicación de programas de modernización del campo mexicano (1989-2018), vinculados a la revolución verde, no logró mejorar la productividad de los maiceros de secano, porque la producción de granos básicos fue sustituida por la importación de maíz, sobre todo de los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.). Datos del SIAP (2022) muestran que durante 39 años (1980-2018), el rendimiento nacional promedio de maíz aumentó 810 kg, pasando de 1650 kg en 1980 a 2460 kg en 2018, lo cual resulta insuficiente para alcanzar el derecho a la alimentación protegido por el artículo cuarto constitucional (DOF, 2021) y el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (DOF, 2022). Este derecho se logrará cuando se produzcan de forma abundante y sostenible alimentos saludables y nutritivos, que satisfagan las necesidades alimenticias de las familias campesinas. El proceso está influido por la forma en cómo el productor se relaciona con la tierra agrícola a través de la construcción y manejo del agronicho, donde crecerán los cultivos agrícolas. El manejo se refiere a la forma en cómo el productor utiliza los recursos productivos disponibles (tecnología, trabajo, tierra, etc.) durante el ciclo agrícola para llevar a cabo diversas prácticas (barbecho, siembra, labores de cultivo, fertilización, etc.) que comprenden dicho ciclo. En el manejo se pueden aplicar saberes y tecnologías modernas o radicales (híbridos, agroquímicos, etc.), campesinas o progresivas (semillas nativas, asociación de cultivos, etcétera) o un diálogo de saberes que integra simultáneamente, ambas tecnologías; el manejo está fuertemente influido por las condiciones generales de producción que son endógenas (clima, suelo, flora, fauna, etc.) y exógenas (programas de fomento agrícola, ingresos familiares, estructura familiar, etcétera), y que no son fácilmente modificables a mediano plazo.

Un componente fundamental del manejo agrícola es la tecnología, la cual se define como “el conocimiento científico aplicado a la producción que puede materializarse en objetos (máquinas y artefactos) o en sistemas de gestión y organización de actividades económicas” (Katz, 1999, p.

371). La tecnología, se caracteriza porque su aplicación, impulsada por la fuerza humana, influye en la productividad y en la relación metabólica campesino-tierra para la producción de productos agrícolas. “Innovar significa introducir cambios tecnológicos significativos (radicales) o rutinarios (progresivos)” (Manual de Oslo, 2006, p. 37). Las innovaciones radicales, articuladas a las revoluciones agrícolas, suponen una ruptura con los métodos tradicionales de manejo agrícola. Por otro lado, las innovaciones incrementales, relacionadas con los conocimientos ancestrales, se refieren a un proceso continuo de desarrollo tecnológico y mejora en el manejo agrícola. Las innovaciones incrementales no implican un cambio radical, sino más bien un fortalecimiento de la base tecnológica existente (Galende, 2008).

El manejo de los cultivos permite crear un entorno propicio para el desarrollo de las plantas, ajustando los atributos edáficos (físicos, químicos, microbiológicos) y climáticos (energía solar, temperatura, humedad, calor, etc.), para optimizar el metabolismo entre los seres vivos que coexisten en la parcela. La colaboración entre ellos es esencial, ya que generan circuitos de retroalimentación que resultan en simbiosis que se expresan en lo que Capra (1998, p. 54) denomina “la trama de la vida activada por redes dentro de redes”. Estas interacciones permiten que los sistemas vivos se autorregulen y se autorreproduzcan en el tiempo, creando lo que Maturana y Varela (2009) llaman un “sistema autopoietico”.

Las prácticas agrícolas que incluye el manejo de cultivos son impulsadas por el trabajo humano que a su vez activa el metabolismo campesino-tierra para la producción de bienes. Según Marx (1976), el trabajo útil, como generador de valores de uso, es una condición para la existencia humana, y una necesidad natural y eterna para mediar el metabolismo entre el hombre-naturaleza. Saito (2017, p. 15) sostiene que “con el concepto de metabolismo, Marx comprendió las condiciones naturales universales transhistórica de la producción humana e investigó sus transformaciones históricas radicales bajo la producción capitalista, mediada por formas

particulares de praxis social con la naturaleza para satisfacer las necesidades de la acumulación de capital”. Para Margulis (2002, p. 79) “el metabolismo es la incesante química del automantenimiento y es un rasgo esencial de la vida que implica que esta se produzca, se repare y se perpetúe continuamente. A nivel mundial, destacan dos enfoques contrastantes para el manejo de maíz: el moderno y el campesino. Tales enfoques se evaluaron en este trabajo en dos municipios del estado de Puebla, México, con el objetivo de analizar la aplicación de tecnologías campesinas y radicales, clasificar a los maiceros según su productividad y cuantificar su impacto en la relación campesino-tierra. En ambos municipios, se consideraron los paquetes tecnológicos desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como representantes de las tecnologías modernas (cuadro 1), mientras que las prácticas agrícolas no idóneas para el INIFAP (siembra de semillas nativas, asociación y rotación de cultivos, aplicación de estiércol y de técnicas de conservación de suelo, etc.) fueron consideradas como tecnologías campesinas. Sin embargo, estas últimas eran comúnmente utilizadas por los maiceros en su manejo *in situ*.

Cuadro 1.

Paquetes tecnológicos recomendado por el INIFAP para el manejo de maíz en Cohetzala y Chalchicomula de Sesma, Puebla-México

	Práctica/Innovación	Recomendación
Cohetzala	Fecha de siembra	Entre marzo-mayo
	Tipo de semilla	H-137, H-139, H-34, H-30, H-33, H-40, H-48, H-50, H-311, H-516, H-515, VS-536, H-507, H-509, V-524, VS-529 y VS-22
	Densidad de plantas/ha	50-60 mil plantas
	Fórmula de fertilización	120-60-00; 100-50-00; 180-80-60
	Fecha de fertilización	Se aplica en la siembra y segunda labor
	Tipo y dosis herbicida/ha	Gesaprím 50 (1 kg); 500 FW (1.5 L); Gesaprím 50 (1 kg) y Hierbamina (1 L); Basagrán 480 (0.5 L); Marvel (1 L); Fitoamina 2.4 D (1 L), Hierbamina 2.4 D (1 L); Esterón 2.4 D (1 L).
	Tipo y dosis insecticida/ha	Volatón al 2.5% (25 Kg); Volatón 5% (12 Kg); Furdán 5% (12 Kg); Folimat 1000 (0.5 L); Parathión metílico 50% (1 L); Malathión (1 L); Sevín 80 (1 Kg); Sevín 80% P H (1 Kg); Malathión 1000 E (1 L); Diazinón 25% (1 L).
	Fecha de siembra	Entre marzo-mayo
CHS	Tipo semilla	H-137, H-139, H-30, H-34, H-33, H-40, H-48, H-50, H-66, VS-22, V-31A, V-29, V-27, Criollo Amarillo y normal de la región, Amarillo 61 y 62.
	Densidad de plantas/ha	50-60 mil plantas ³
	Fórmula fertilización	140-60-00 y 110-50-00
	Fecha fertilización	Durante la siembra y segunda labor
	Tipo y dosis herbicida/ha	Gesaprím 50 (1 kg), Gesaprím 500 FW (1.5 L); Gesaprím 50 (1 kg) más Hierbamina (1L); Gesaprím autosuspendible (1L) más Basagrán 480 (0.5L); Marvel (1L).
	Tipo y dosis insecticidas/ha	Volatón al 2.5% (25kg); Furdán 5% (12kg); Volatón 5% (12kg); Folimat 1000 (0.5L); Paratión metílico 50% (1L); Malatión (1L); Sevín 80(1kg).

Fuente: INIFAP, 2009.

El trabajo se dividió en cuatro partes. Primero, se planteó la metodología para evaluar la aplicación de tecnologías radicales (IATR) y progresivas (GETP) en el manejo de maíz. Segundo, se evaluaron los niveles de adopción de tecnologías modernas y campesinas. A continuación, se cuantificaron y discutieron las tecnologías utilizadas en el manejo de la milpa, considerando la productividad de los milperos de Cohetzala y CHS Puebla, México, así como el impacto que tuvieron en la productividad, la sostenibilidad y la relación metabólica campesino-tierra. Por último, se presentaron las conclusiones derivadas del estudio.

Metodología

La tecnología es el recurso que potencia la productividad de la tierra y de la fuerza de trabajo. Por esta razón en este trabajo se evaluaron las tecnologías aplicadas en el manejo de maíz en los

municipios de Cohetzala y CHS, Puebla-México, se recopilaron, 60 y 118 cuestionarios, respectivamente, de maiceros adscritos al Programa Directo de Apoyo al Campo (actualmente Producción para el Bienestar). Utilizando los datos recolectados, se evaluaron las tecnologías radicales y progresivas mediante el cálculo del IATR y el GETP, respectivamente. Para calcular el IATR, se compararon las prácticas agrícolas del paquete tecnológico creado por el INIFAP (cuadro 1), con las prácticas agrícolas realizadas por los maiceros en el campo. Se asignó un valor de 100 puntos al paquete tecnológico y se ponderó el impacto de cada práctica en la productividad: 10 puntos para la fecha de siembra, 20 para la variedad, 15 para la densidad de plantas, 25 y 5 para las dosis de fertilizantes y la fecha de aplicación, 6 y 4 para el tipo y la dosis de herbicida, 6 y 4 para el tipo y la dosis de insecticida, y 5 para el control de enfermedades. Cada valor ponderado se dividió entre dos, siendo el primer cociente una medida del uso de la práctica y el segundo una medida de su manejo adecuado, ya que el INIFAP recomienda prácticas respaldadas experimentalmente. Para evaluar las tecnologías progresivas, se calculó el GETP, que incluía las cinco prácticas agrícolas omitidas por el INIFAP, asignándoles un valor de 20 unidades a cada una. Por último, se crearon dos tipologías. En la primera, los maiceros se agruparon según su valor del IATR y GETP en baja (< 33.33), media ($33.34-66.66$) y alta apropiación de tecnología (> 66.66). En la segunda tipología, se clasificaron según sus rendimientos. Para ello, se seleccionaron a los productores con rendimientos más altos y más bajos, y se calculó la diferencia entre ellos, dividiéndola entre tres. El cociente resultante se sumó al rendimiento más bajo para crear un rango que representaba a los maiceros de bajo rendimiento. Luego, se agregó nuevamente el cociente al valor superior del rango para definir a los maiceros de rendimiento medio. Repitiendo la operación, se agrupó a los maiceros de mayor productividad.

Las tipologías creadas tuvieron gran valor epistémico. Con la primera, se pudieron entender las razones detrás de la apropiación de tecnologías por parte de los maiceros, mientras que con la

segunda se pudo teorizar sobre el impacto del diálogo de saberes, en la mejora de los rendimientos. Desde la perspectiva constructivista, la tipología permite pasar de las abstracciones empíricas a las abstracciones reflexivas y constructivas, razonadas desde la transdisciplinariedad y la epistemología del sur. Una restricción metodológica que tiene este estudio es que no se midió a nivel de campo la diversidad de flora y fauna que cohabita en la milpa, ni se realizaron estudios de laboratorio para analizar los atributos físicos, químicos y microbiológicos de los suelos. Estas limitaciones impidieron cuantificar *in situ* las fracturas metabólicas causadas por las prácticas agrícolas en la relación campesino-tierra.

Evaluación de tecnologías radicales y progresivas

Al calcular el IATR (cuadro 2) se encontró que la apropiación que hacen los milperos de tecnologías modernas es altamente diferenciada con 41 unidades a favor de CHS. En ambos municipios los rendimientos fueron diferenciados y no se halló relación entre el uso del IATR y rendimiento. La discrepancia en los rendimientos entre ambos municipios se debió a las características edafoclimáticas, a la ejecución de políticas públicas de modernización agrícola y a las condiciones socioeconómicas de los maiceros. El clima de Cohetzala es semiseco, cálido, con lluvias irregulares en verano. Predominan los suelos regosoles que poseen pendientes abruptas y son poco profundos. Además, en Cohetzala se han aplicado programas públicos asistencialistas, desde el Coplamar¹ durante el gobierno de José López Portillo (1976-1982), hasta los programas de bienestar social llevados a cabo por el actual gobierno (2018-2024), con el objetivo de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas básicas de los sectores sociales excluidos del desarrollo. En el caso de CHS, también prevalecen un clima templado y suelos regosoles, aunque son un poco más profundos e intemperizados, poseen menor pendiente y tiene una época de lluvias más estable.

¹ Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados

Se debe destacar que en CHS se implementó en los últimos tres lustros del siglo XX, el Plan Llanos de Serdán como réplica del Plan Puebla² para promover la modernización agrícola y aumentar la productividad del maíz en la región.

Cuadro 2.

Número de productores, IATR y rendimiento promedio por tipo de productores de Cohetzala (C) y Chalchicomula de Sesma (CHS), Puebla-México

Mpios	Indicador	Baja		Media		Alta		Prom. Mpal.	
		Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
C	Productores	42	70	18	30	0	0	60	100
	IATR	22.1		37.4		-		26.7	
	Rendimiento	744.8		747.8		-		745.7	
CHS	Productores	0	0	77	65	41	35	118	100
	IATR	-		60.9		70.5		61.5	
	Rendimiento	-		2934.5		3040.2		2971.2	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta 2009.

Al evaluar el GETP (cuadro 4), se observó que en promedio fue alto en ambos municipios. Además, se encontró una relación directa entre el valor del GETP y los rendimientos unitarios. Si comparamos los valores del IATR, destaca la diferencia a favor de los maiceros de CHS, con un valor de 34.8 unidades, aunque en Cohetzala predominaron las tecnologías progresivas.

Cuadro 3.

Número de productores, GETP y rendimiento promedio (kg ha⁻¹) por tipo de milperos de Cohetzala (C) y Chalchicomula de Sesma (CHS), Puebla-México

Mpios	Indicador	Baja		Media		Alta		Prom. Mpal.	
		Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)
C	Productores	0	0	32	53	28	47	60	100
	GETP	-		57.5		82.9		69.3	
	Rendimiento	-		692.5		806.4		745.7	
CHS	Productores	1	1	84	71	33	28	118	100
	GETP	20		54.8		80		61.5	
	Rendimiento	2000		2909		3159.1		2971.2	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta 2009.

² Este Plan se creó en 1967 por un grupo de agrónomos que cuestionaron la eficacia del modelo clásico de extensión agrícola.

Respecto a los rasgos socioeconómicos de los maiceros (cuadro 4), se observó que la mayoría de ellos son pobres en términos de seguridad alimentaria. Son propietarios de minifundios y se dedican principalmente a la ganadería de pequeña escala. Su producción está orientada principalmente hacia el autoconsumo y tiene un acceso limitado a los medios de producción. Esto nos habla de una evidente preferencia de los maiceros encuestados por el uso de tecnologías indígenas/campesinas comparadas con las modernas, sobre todo en Cohetzala. Un alto GETP nos indica la predominancia del manejo del maíz como sistema-milpa, con todos los beneficios que el manejo de este agroecosistema conlleva en la producción y reproducción de la vida indígena/campesina y de su diversidad biológica y cultural. Sin embargo, el municipio destaca porque los maiceros tienen menos disponibilidad a los medios de producción que los de CHS. Igualmente sobresale que para los maiceros, la migración ha sido una estrategia de supervivencia familiar, especialmente en Cohetzala, ya que les permitió mejorar el gasto familiar, siendo mayor que el CHS. Ello se debe a que se encuentra altamente subsidiado por las remesas, las cuales cubren más del 50% del mismo. Sin embargo, la migración también disminuye los ingresos agrícolas y reduce su dependencia económica de la agricultura (Anseeuw y Laurent, 2007). Esto se debe a que cuando los productores diversifican sus actividades, reducen su especialización en el manejo de cultivos y, por lo tanto, sus rendimientos agrícolas.

La migración ha tenido efectos contradictorios en la milpa. Por un lado, al sustituir el trabajo manual con el uso de herbicidas, han transformado el policultivo en monocultivo de maíz, lo que ha llevado a una pérdida de las fuerzas productivas naturales derivadas de la simbiosis entre cultivos. Por otro lado, la compra de ganado mayor con las remesas enviadas por los migrantes, especialmente en Cohetzala, ha resultado en un mayor suministro de estiércol, que se utiliza como composta en el suelo, lo que ha contribuido a mejorar su salud.

Cuadro 4.

Características socioeconómicas de los maiceros de Cohetzala y Chalchicomula de Sesma, Puebla-México, según su rendimiento por hectárea

Características socioeconómicas		Baja	Media	Alta	Prom. Mpal.
Cohetzala	Número de personas por familia	70	160	98	109
	Migrantes/familia (Prom.)	2	3	2.4	2.6
	Remesas (\$promedio/mes/per cápita)	475	607	474	534
	Gasto prom. (\$/mes/per cápita)	927	1,132	1,001	1,043
	Área sembrada maíz (promedio ha)	2.1	2.3	2.5	2.333
	Posesión de tractor	2	3	1	6
	Posesión de yunta	10	19	16	45
	Ganado mayor (núm. cabezas/prom.)	4.5	6.1	5.8	5.6
	Número de personas	179	250	160	589
CHS	Migrantes/familia (Prom.)	1.1	0.9	1.0	1.0
	Remesas (\$/mes/per cápita)	114	66	77	83
	Gasto prom. (\$/mes/per cápita)	721	592	545	604
	Área sembrada maíz (promedio ha)	3.5	3.9	4.9	4.2
	Posesión de tractor (Número ¹)	4	7	12	23
	Posesión de yunta (Número ²)	11	29	47	87
	Ganado mayor (núm. cabezas/prom.)	1.2	2.9	4.9	3.3

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009.

Diálogo de saberes y productividad sostenible

El diálogo de saberes se basa en el principio de dialogización, explicado por Bastidas et al. (2009, p. 104):

como un proceso comunicativo en el cual se ponen en interacción dos lógicas diferentes: la del conocimiento científico y la del saber cotidiano, con una clara intención de comprenderse mutuamente; implica el reconocimiento del otro como sujeto diferente, con conocimientos y posiciones diversas.

Es decir, el diálogo de saberes comprende, primero, un conversatorio entre diversos agentes que poseen diversos saberes o tecnologías que se transmiten, pero, al mismo tiempo, involucra su aplicación en el manejo de cultivos de dos tecnologías que son antagónicas, pero complementarias entre sí. Por ello, el diálogo de saberes, tal como se entiende en este trabajo, resulta fundamental lo que Piaget (1975) llamó desarrollo ontogenético, donde los procesos de diferenciación e

integración de elementos desigualmente desarrollados en el proceso histórico originan una totalidad funcional que las integra generando un nuevo saber que, en este caso, cristalizó en innovaciones, originando una perfeccionamiento de la *praxis* en el manejo de los policultivos.

Para estimar la productividad de los maiceros, se construyó una tipología de maiceros, donde se encontró que en Cohetzala los rendimientos más bajos oscilaron entre 400 y 1000 kg, mientras que en CHS fueron de 2000-3800 kg. La diferencia entre los rendimientos mayor y menor fue de 600 kg para Cohetzala y 1800 kg para CHS. Al dividir esta diferencia entre tres, se obtuvo un valor de 200 para Cohetzala y 600 para CHS. Al sumar este cociente al rendimiento menor, se crearon los rangos de productividad. Para Cohetzala el primer rango fue de 400 a 600 kg, el segundo rango fue de 601-800 kg, y para los de alto rendimiento fue mayor a 800 kg. Para CHS fueron: bajo menor a 2600, medio 2601-3200 kg y alto mayor a 3200 kg.

En el cuadro 5 se sistematizaron los datos del IATR, GETP y los rendimientos de esta tipología. Se observa que en Cohetzala cerca de un tercio de los maiceros fueron eficientes, con rendimientos que duplicaron al de los maiceros menos productivos. En CHS, más de una quinta parte de los maiceros fueron de alta productividad, con una diferencia de más de una tonelada por hectárea en comparación con los maiceros de menor rendimiento. Además, se evidencia que la mayoría de los maiceros de ambos municipios utilizaron un diálogo de saberes en el manejo del maíz, aplicando, a la vez, tecnologías radicales y progresivas, siendo las segundas las predominantes.

Los datos también muestran que en ambos municipios los valores del IATR y GETP disminuyeron, mientras que los rendimientos fueron significativamente superiores, en comparación con las mediciones aisladas del IATR y GETP (cuadros 2 y 4). Es decir, la diferenciación-integración tecnológica dará origen a un nuevo patrón tecnológico con propiedades productivas superiores, si se compara con las tecnologías que le dieron origen. En este contexto, se puede

conjeturar que el diálogo de saberes genera un nuevo patrón tecnológico que se materializa en nuevas prácticas agrícolas implementadas por los maiceros de alto rendimiento.

Cuadro 5.

Número de productores, diálogo de saberes (IATR + GETP) y rendimientos ($kg\ ha^{-1}$), de los maiceros de Cohetzala (C) y Chalchicomula de Sesma (CHS) Puebla-México

Mpios	Indicador	Baja		Media		Alta		Prom. Mpal.	
		Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)
C	Productores	14	23	27	45	19	32	60	100
	IATR	23.4		27.3		28.3		26.7	
	GETP	58.6		73.3		71.6		69.3	
	Rendimiento	486		750.7		930		745.7	
CHS	Productores	38	32	48	41	32	27	118	100
	IATR	62.8		64.8		65		64.2	
	GETP	52.1		62.5		71.3		61.5	
	Rendimiento	2398		3093		3469		2971.2	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta 2009.

Moreno (2001, p. 33), siguiendo a Piaget, lo explica de la siguiente manera:

un elemento abstraído de un sistema anterior no podrá dar lugar por sí sólo a la elaboración de un sistema nuevo: es por la combinación con otros elementos, abstraídos de otros conjuntos, que engendra la composición no contenida en las precedentes [...] Esta combinación entre elementos abstraídos de los sistemas anteriores no es una simple asociación: la síntesis no se efectúa y no es realmente constructora, sólo en la medida en que esos elementos crean una composición operatoria entera, con propiedades de conjunto que son irreductibles a cada uno de sus elementos puestos aparte.

Un aspecto fundamental del diálogo de saberes y típico de los policultivos es el manejo de la biodiversidad, que representa la herencia biocultural más importante transmitida por nuestros ancestros. Esta biodiversidad se organiza en *pisos de plantas* que imitan la estructura y la funcionalidad de los *pisos de plantas* presentes en los ecosistemas naturales. En su construcción, la mano y sabiduría indígena-campesina han aplicado el principio de la biomimesis, que Collado-

Ruano (2017, p. 237) describe como “una nueva ciencia que contempla y valora la naturaleza como modelo, medida y mentor en busca de la inspiración e imitación de los procesos naturales para aplicarlos a sistemas sociales y de este modo encontrar soluciones innovadoras a problemas complejos”. Es a partir de la biodiversidad, de donde surgen cientos de colaboraciones y simbiosis entre los entes bióticos que coexisten en la milpa, creando fuerzas productivas naturales extraordinarias que ya no dependen exclusivamente del trabajo humano directo aplicado en la construcción del agroecosistema.

Funes (2015, p. 186) expone esta idea utilizando la siguiente ecuación: “cuando los procesos agroecológicos ocurren, se dice que se cumplen los mecanismos de sinergia, lo cual significa que cuando se logra la integración de los componentes bióticos y abióticos presentes en el agroecosistema, $1 + 1$ puede ser $= 3$ ”. La unidad adicional que el autor apunta virtualmente nace de las fuerzas productivas que derivan de las colaboraciones y simbiosis, que provoca que la vida se reproduzca continuamente. Por esta razón, la biodiversidad es una condición básica para recrear un agronicho óptimo para el desarrollo de las plantas y condición para potenciar la productividad y la sostenibilidad, así como una relación armoniosa y simbiótica entre campesino-tierra. Registremos brevemente algunas colaboraciones y simbiosis que emanan del manejo de la biodiversidad que hay en la milpa:

1. La gran cantidad de flora que hay en los *pisos de plantas* de los agroecosistemas, sumado a la cohabitación de plantas C4 y C3³, aumenta el área foliar que permite un uso más eficiente de la energía solar lo que redundará en mayor actividad fotosintética; ello aumenta la conversión de compuestos inorgánicos en orgánicos y los rendimientos, así como en un mayor consumo de CO₂ por las plantas, porque es crucial para la fotosíntesis, menguando la emisión de este gases de efecto

³ Las plantas C4 (maíz), exigen mayor intensidad de luz para realizar la fotosíntesis y las plantas C3 (frijol, calabaza) requieren menos intensidad de energía solar.

invernadero y mitigando el calentamiento del planeta. Según la Agence France-Presse (2019, p. 2), “la biodiversidad de flora de los policultivos puede absorber hasta 20 veces más CO₂ del aire”. Igualmente, la abundancia de flora y fauna que hay en la milpa al cumplir su ciclo de vida, o antes, cuando por ejemplo los campesinos realizan labores de cultivo, agregan grandes cantidades de biomasa que será transformada por los microorganismos del suelo en materia orgánica y ésta en nutrientes y energía que promueven el desarrollo de las plantas. Esta materia orgánica retiene humedad que regula el ciclo del agua y puede evitar sequías extremas.

En cambio, cuando el maíz se maneja como monocultivo, su crecimiento se acota a sus capacidades fisiológicas de plantas individuales, compitiendo entre sí por luz solar, agua y nutrientes, etc. Por ejemplo, respecto a la luz solar, en el monocultivo no todas sus hojas procesan carbohidratos de uniformemente, porque las hojas que están en la parte superior impiden el paso de la luz a las hojas inferiores. Según Fassio et al. (1998, p. 6)

cerca del 50% de los carbohidratos acumulados en el grano de maíz son producidos por las hojas del tercio superior de la planta, el 30% por las del tercio medio, y el resto, por las hojas ubicadas en la base [...] El rendimiento de grano/ha está altamente correlacionado con la producción por unidad de área foliar por unidad de energía interceptada.

2. A la par la biodiversidad recrea cadenas tróficas y un equilibrio biológico entre la artropodofauna presente en el agroecosistema, impidiendo que se reproduzcan insectos que pueden dañar a las plantas cultivadas asociadas en la milpa, debido a que en el eslabón anterior está su depredador. La desaparición de algún ente de la trama trófica por la aplicación de agrotóxicos tiene secuelas desastrosas para los otros eslabones de la red alimentaria que con el tiempo tienden a desaparecer.

3. También, la milpa impulsa la simbiosis entre hongos micorrizas y raíces del maíz; ello amplía y optimiza su área radicular para aumentar la adsorción de nutrientes. Para Camargo, Montaña, De la Rosa-Mera y Montaña-Arias (2012, p. 3)

la micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que se ramifican en el suelo, formando una extensa red que interconecta en el subsuelo a las raíces de plantas cultivadas. Esta red de micelio alienta un libre flujo de nutrimentos entre las raíces de las plantas interconectadas, lo que sugiere que la micorriza establece una gran unión simbiótica bajo el suelo entre plantas que, a simple vista, podrían parecer lejanas y sin relación”. Ortiz (2021: 8) sostiene que “el uso de micorrizas podría ser considerado como estrategia para optimizar la producción de grano de maíz blanco, mazorca y biomasa, máxime cuando se asocia con calabaza y frijol.

4. Las leguminosas arvenses y las asociadas al policultivo fijan nitrógeno atmosférico, nutriente básico para las plantas y los microorganismos descomponedores de biomasa. Según Paredes (2013, p. 12), “las leguminosas en promedio fijan 200 kg de nitrógeno/ha/año”. Ello significa cerca de una tonelada de sulfato de amonio proveído gratuitamente por las leguminosas a los milperos que se dejan de producir y transportar, por lo que mitigan directa e indirectamente la emisión de gases efecto invernadero y el calentamiento de la tierra.

5. Las arvenses aportan una cantidad importante de biomasa suelo, misma que será reciclada en nutrientes y energía por los microorganismos del suelo, para que sean aprovechadas por las plantas cultivadas y las propias arvenses que crecen de manera espontánea en la parcela.

6. Las plantas con flores coloridas atraen insectos polinizadores, actividad básica para la producción de granos y biomasa. WWF (2018, p. 43) “estimó que más del 75% de los principales cultivos alimentarios mundiales se benefician de la polinización”.

7. Otras arvenses de la milpa prestan servicios alelopáticos que ahuyentan a insectos depredadores o atraen insectos benéficos para las plantas que crecen en el policultivo; otras forman parte de la dieta alimenticia de las familias campesinas o prestan funciones medicinales, y muchas garantizan la reproducción de ganado mayor que le proveen a los maiceros de tracción animal y estiércol.
8. Los distintos cultivos que cohabitan en los agroecosistemas, aprovechan mejor los nutrientes del suelo, porque en la asociación cohabitan plantas con sistemas radiculares de longitud distinta.
9. Otras simbiosis deriva del uso de fertilizantes nitrogenados, porque es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas y, a la vez, es un elemento esencial requerido para el crecimiento microbiano que degradan la materia orgánica. Con el “nitrógeno adicionado los microorganismos tienen suficiente sustrato para inducir mayor mineralización, ya que la microflora (bacterias, hongos, etc.) satisface plenamente sus necesidades de nitrógeno” (Ferrera y Alarcón, 2001, p. 177).
10. Otra función esencial que promueve la biodiversidad es la sostenibilidad de la milpa, asegurada, en parte, por decenas de miles de “especies redundantes” que cohabitan en la milpa, las cuales se encargan de recrear una redundancia de relaciones que atenúan los cambios edafoclimáticos (estabilidad), y de ocurrir un cambio ambiental extremo, estas especies recobran la funcionalidad (resiliencia) del agroecosistema” (Walker, 1992, p. 21). Un sistema agrícola resiliente es sostenible a través del tiempo, y constituye “la condición inalienable de existencia y reproducción de la cadena de generaciones humanas que se suceden unas a otras” (Marx, 2003, p. 675).

En resumen, las colaboraciones y simbiosis que origina el manejo de la biodiversidad recrean un agronicho idóneo para el desarrollo de las plantas que crecen en la milpa, porque reproducen un microclima que aumenta la eficiencia del uso de la energía solar, del suelo, del agua, del nitrógeno, del dióxido de carbono, del aire, de la temperatura, de la materia orgánica, de los nutrientes, reproduciendo una relación metabólica sociedad-naturaleza solidaria entre los entes vivos y no

vivos que cohabitan en la milpa. Por estas razones, el agronicho construido alienta mayores rendimientos sostenibles.

Manejo de milpa y relación metabólica campesino-tierra según la productividad de los milperos

El cuadro 6 expone las prácticas agrícolas aplicadas en el manejo de la milpa por parte de los milperos según su productividad de Cohetzala y CHS donde se puede observar que en Cohetzala prevalecen más tecnologías campesinas que en CHS. Registremos brevemente cada una de ellas.

1. En ambos municipios, impera el uso de maquinaria para ejecutar el barbecho, lo cual fractura la relación campesino-tierra, porque compacta el suelo;

Ello aumenta la densidad aparente y reduce su macroporosidad por el peso y presión de la maquinaria, inhibiendo las funciones del suelo superficial y del subsuelo, al obstaculizar la penetración de raíces y el intercambio de agua y gases y causar anegamiento que perturba la relación deseable de agua y aire, afectando los rendimientos” (FAOa, 2016, p. 2).

La excesiva compactación del suelo reduce la biomasa microbiana y la actividad enzimática con implicaciones negativas para la salud del suelo” (Jaizme, 2015, p. 60); finalmente causa anegación del agua, “produciendo un desarrollo ventajoso de la flora microbiana anaeróbica que induce procesos patológicos en raíces y aumenta la susceptibilidad de las plantas a patógenos y otro tipo de estrés (Porcuna, 2015, p. 88).

2. La conservación de suelos. Alude a la construcción de obras (bordos, terrazas vivas, etc.) para evitar la erosión de suelo y la pérdida de nutrientes y agua, elementos básicos para mejorar la productividad de las plantas. En Cohetzala y CHS fueron pocos los milperos que usaron estas prácticas, a pesar de que en ambos municipios imperaron suelos con pendientes abruptas. Este

hecho fue subsanado, sobre todo en Cohetzala, con la siembra de calabaza que con su amplio follaje y hábito rastroso, cubre el suelo y lo protege contra la erosión, retiene agua e impide su evaporación; además, obstaculiza la nacencia de arvenses durante los primeros ciclos fenológicos del maíz y al concluir su ciclo de vida es una fuente de alimento para los microorganismos que transforman a la materia orgánica en nutrientes y energía.

Cuadro 6.

Tecnologías utilizadas por los maiceros en el manejo de maíz, según su eficiencia productiva en Cohetzala y Chalchicomula de Sesma, Puebla-México

	Prácticas/tecnologías	Bajo	Medio	Alto	Prom. Mpal.
Cohetzala	Barbecho con tractor (%)	86	85	84	85
	Conservación de suelos (%)	21	33	21	27
	Siembra de semillas nativas (%)	100	96	100	98
	Asociación M-F-C (%)	86	85	79	83
	Rotación de cultivos (%)	14	41	47	37
	Labores cultivo con yunta (%)	79	89	95	88
	Estiércol aplicado (kg/ha)	1434	1676	1754	1644
	Aplicación de fertilizantes (%)	79	96	100	93
	Aplicación de herbicidas (%)	14	19	21	18
	Aplicación de insecticidas (%)	0	7	16	8
Chalchicomula de Sesma	Barbecho con tractor (%)	100	96	97	98
	Conservación de suelos (%)	17	29	39	31
	Siembra de semillas nativas (%)	100	100	98	99
	Asociación M-F(H)-C (%)	45	47	39	43
	Rotación de cultivos (%)	38	50	59	51
	Labores cultivo con yunta (%)	61	79	69	70
	Estiércol aplicado (kg/ha)	425	549	909	674
	Aplicación de fertilizantes (%)	100	97	96	97
	Aplicación de herbicidas (%)	66	66	59	63
	Aplicación de insecticidas (%)	62	24	31	36

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta 2009.

3. Siembra de semillas nativas. En ambos municipios la mayoría de los milperos sembraron material genético nativo, porque están mejor adaptadas a las condiciones edafo-climáticas locales, poseen una productividad estable en el tiempo y fueron escogidas por las familias campesinas de la cosecha anterior lo que reduce los costos de producción; También el forraje, el molquite,⁴ parte

⁴ Mazorca muy pequeña y semipodrida.

de la cosecha de maíz, la pulpa de calabaza y muchas arvenses, han sido pilares para la cría de ganado mayor y menor.

4. Asociación maíz-frijol-calabaza. Esta trilogía de plantas constituye la base de la dieta alimenticia campesina y son parte esencial de los *pisos de plantas* que hay en la milpa. Como ya se dijo, la biodiversidad de flora y fauna que hay en estos *pisos* son un importante catalizador de mutualismos entre plantas que se concretan mediante una mayor capacidad fotosintética y regulador de un equilibrio biológico de la fauna presente en la milpa; además, conserva suelo y agua, y ha sido un eficaz proveedor de materia orgánica, nutrientes, carbono y nitrógeno.

5. Rotación de cultivos. Con esta práctica agrícola el milpero busca que su suelo “descanse”, alternando la siembra de milpa por otro cultivo de vez en vez. Con ello el campesino aumenta el contenido de nutrientes del suelo y controla plagas y enfermedades.

6. Labores culturales. Con esta actividad el campesino remueve la tierra para incorporar a las arvenses como biomasa al subsuelo y eliminar la competencia con las plantas cultivadas por agua, nutrientes y luz; también facilita que el agua, el aire y el nitrógeno circulen con mayor facilidad en el subsuelo; además, la remoción del suelo alienta la intemperización de los minerales que deriva en su evolución y su fertilidad. Finalmente, con la última labor llamada “aterrada”, la mano campesina le amontona tierra al maíz para reducir su acame.

7. Aplicación de estiércol. “El estiércol es esencial para el desarrollo de los cultivos, ya que provee nutrientes a la planta, mejora la estructura y textura del suelo, aumenta la aireación, la retención de agua, estimula el desarrollo de microorganismos benéficos para la planta y promueve la captura de carbono” (Robert, 2002, p. 5). Para la FAO (2017: VI)

el carbono orgánico del suelo es el componente principal de la materia orgánica del suelo.

Como indicador de la salud del suelo, mejora la estabilidad estructural del suelo promoviendo

la formación de agregados que, junto con la porosidad, aseguran suficiente aireación e infiltración de agua para promover el crecimiento de la planta.

Además, el estiércol “ha sido ampliamente reconocido como facilitador del control de enfermedades de suelo, cuando son aplicados mucho antes de la siembra o durante los cultivos” (Porcuna, 2015, p. 85). Un estudio reciente de Wang y colaboradores, citado por Gastélum y Rocha (2020, p. 8)

comparó la aplicación de fertilizantes químicos con la aplicación de abono en un cultivo de rotación (trigo y maíz). Se encontró que las propiedades del suelo se modificaron con ambos tratamientos. Mientras que la aplicación de fertilizantes químicos solamente disminuyó el pH del suelo, la fertilización con abono disminuyó el pH, la relación Carbono/Nitrógeno, aumentó la materia orgánica, el Carbono y el Nitrógeno total, así como la disponibilidad de Fósforo y Potasio.

8. Aplicación de fertilizantes. El uso de este insumo tiene un impacto contradictorio; cuando se aplica en grandes cantidades y en suelos nimios de materia orgánica fractura la relación campesino-tierra. Por ejemplo, los nitrogenados tienden a lixiviarse y eutrofizar el agua de las presas que *per se* es un problema, que se magnifica cuando se aplica el agua como riego, ya que saliniza y degrada al suelo agrícola; también, el nitrógeno se volatiliza con mucha facilidad a la biosfera y al combinarse con oxígeno se transforma en óxido nitroso (N₂O). Para la FAOb (2016, p. 84) el N₂O

es un potente gas de efecto invernadero y la causa principal del agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera que origina un aumento de temperatura que retroalimenta el cambio climático y afecta la autosuficiencia alimentaria, sobre todo de los productores de secano. La

aplicación de nitrógeno en la producción de alimentos causa daños ambientales que son casi equivalentes a los beneficios económicos derivados de su uso.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2019) asegura que la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra generaron a nivel mundial durante 2007-2016, cerca de 13% de emisiones de CO₂, 44% de metano y 81% de N₂O, que en promedio representa 23% del total de emisiones netas de gases de efecto invernadero. Lo que ocultan estos datos, es que estos gases son producidos por la agricultura moderna.

La aplicación de nitrógeno en la agricultura campesina tuvo un efecto positivo en el aumento de la productividad. Los datos de campo demuestran que la mayoría de los maiceros de los municipios estudiados aplicaron fertilizantes sintéticos; también indican que las dosis de fertilizantes aplicadas comprendieron una gran variedad de fórmulas de fertilización que son menores a las que recomendó el INIFAP y en su mayoría fueron nitrogenados. Por ejemplo, los maiceros de CHS usaron 29 fórmulas de fertilización donde la dosis 69-00-00 fue usada por el 39% de los maiceros y el 53% utilizaron otras dosis que aportaron sólo nitrógeno. Por su parte, en Cohetzala de 17 fórmulas de fertilizante aplicadas, el 25% de los maiceros utilizó la dosis 92-00-00 y 85% aplicaron únicamente fertilizantes nitrogenados. Como ya dijo, el nitrógeno es un elemento esencial requerido por las plantas cultivadas, pero también por los microorganismos que degradan la materia orgánica y ambos municipios se caracterizan, sobre todo Cohetzala, por tener suelos a los cuales se les adiciona una gran cantidad de biomasa y de estiércol, que será reconvertida en materia orgánica. Así, el nitrógeno aplicado es consumido en su mayor parte por las plantas cultivadas, pero también por los microorganismos del suelo, menguando las pérdidas de este elemento.

9. Aplicación de herbicidas e insecticidas. Se trata de dos agrotóxicos letales que han envenenado a jornaleros y a los seres humanos en general. También, han contaminado el ambiente y desgarrado los entramados biodiversos que prevalecen arriba y abajo del suelo, donde cohabita una gran diversidad y abundancia de flora y fauna, que son básicos para recrear las simbiosis entre las plantas. En especial, los herbicidas son sustancias altamente fitotóxicas que combaten “malezas” y su uso sustituye trabajo, reduce costos de producción y aumenta la tasa de ganancia. Dentro de estos destaca el glifosato cuya aplicación en el mundo pasó de “51 millones de kg en 1995 a 747 millones de kg en 2014” (Benbrook, 2016, p. 15).

En México, el uso de herbicida en la agricultura de secano creció rápidamente a partir del gobierno de Miguel de la Madrid (1982-1988) cuando se aplicó el programa de ajuste estructural, que excluyó a los campesinos de los programas productivos para incluirlos en programas asistenciales. Ello obligó a la población campesina, sobre todo a la joven, a extremar la emigración campo-ciudad, máxime al extranjero, de tal modo que la migración se convirtió en una estrategia clave de sobrevivencia campesina, reconvirtiendo el policultivo de la milpa en monocultivo de maíz.

También, la aplicación de herbicidas e insecticidas han originado graves daños a la abundancia y diversidad de microorganismos del suelo, indispensables para conservar su salud. Gunstone, Cornelisse, Klein, Duvey y Donley (2021, p. 12), plantean que

al revisar 394 estudios sobre los impactos de pesticidas en los invertebrados del suelo, predominaron los efectos negativos por la exposición a pesticidas, en 70,5% de los 2.842 parámetros⁵ totales probados entre los estudios de laboratorio y campo.

⁵ Medido como cambio en un criterio de valoración específico después de la exposición de un organismo específico a un plaguicida concreto.

Al mismo tiempo, la aplicación de estos agrotóxicos está causando la sexta extinción de la biodiversidad, “donde el ritmo actual de pérdida de especies es cerca de mil veces superior al de la época preindustrial” (Normander, 2012, p. 312). Discernidos desde otros ángulos los datos del cuadro 6 muestran otras dos cuestiones cruciales. La primera es que los milperos de CHS tienden a modernizar el manejo de maíz, ya que usaron más innovaciones radicales. Por ejemplo, aplicaron 3.5 más de herbicida y 4.5 más de insecticida que los de Cohetzala, los cuales la mayoría utilizaron folidol para combatir a la hormiga arriera (*Atta mexicana*), una plaga muy dañina de “La Mixteca Baja” poblana, región donde se ubica Cohetzala. Es decir, los milperos de CHS se encuentran en un proceso de descampesinización, fenómeno típico del capitalismo alentado por la modernización agrícola.

La otra cuestión es de carácter científico ya que reveló la contradicción científica principal de la racionalidad analítica usada por los tecnócratas en la generación de conocimientos y de tecnologías modernos fundados en el *apartheid* científico, ya que fraccionan el manejo de cultivos en prácticas agrícolas, las cuales en la realidad se encuentran integradas y en interacción. Por ejemplo, para el modelo agroindustrial las arvenses e insectos que cohabitan en los sistemas agrícolas sólo son reconocidas como *plagas* y son la anomalía que hay que corregir. Según esta falacia, lo que procede entonces es experimentar los mejores métodos para exterminarlas, mediante la producción y aplicación de agrotóxicos. Pero, para definir a la plaga fragmentaron doblemente el manejo de los cultivos. La primera en sus prácticas que lo integran (manejo de suelos, manejo de riego, manejo de plagas, etcétera) y la segunda, es de que volvieron dividieron la practica agrícola, porque únicamente analizaron uno de sus ángulos, lo que simplificó y adulteró aún más la realidad. Es decir, los modernizadores agrícolas han aplicado un

principio abstracto que ha alterado la integridad del fenómeno investigado, al descomponerlo en dos esferas independientes: la parte que conviene al principio y que, por eso, es explicada, y la parte que contradice a aquél y que queda en la sombra como ‘residuo’ no explicado e inexplicable del fenómeno (Kosik, 1967, p. 54).

La plaga y otros aportes científicos del manejo agroindustrial han sido los mecanismos para llevar a cabo la colonización del saber, entendida como la

represión de otras formas de producción de conocimiento no europeas, que niega el legado intelectual e histórico de pueblos indígenas y africanos, reduciéndolos a su vez a la categoría de primitivos e irracionales, puesto que pertenecen a “otra raza”. Ésta es la afirmación de la hegemonía epistemológica de la modernidad europea, la cual se traduce en un racismo epistémico (Fernandes y Ferrão, 2013, p. 280).

Para Flórez-Flórez (2007, p. 260), “hablamos de colonialidad del saber en la medida en que el pensamiento monotópico moderno ha sido posible, gracias a su poder para subalternizar el conocimiento ubicado fuera de los parámetros de su racionalidad”. Por su parte, Grosfoguel (2011, p. 102), sostiene que se trata de

un racismo epistémico que se refiere a la jerarquía de dominación colonial donde los conocimientos producidos por sujetos occidentales (imperiales y oprimidos) dentro de la zona del ser, son considerados a priori como superiores a los conocimientos producidos por sujetos coloniales no-occidentales en zona del no-ser.

Una forma de decolonizar las ciencias agronómicas es mediante la aplicación del diálogo de saberes que aplica el enfoque transdisciplinario para el análisis de la realidad. Al respecto Grosfoguel, interpelado por Sánchez (2022, p. 8) plantea:

estamos arrastrando una fragmentación de la producción de conocimiento acorde a las necesidades de los estados imperialistas europeos, más que, a las necesidades de pueblos, por tanto, habría que descolonizar las ciencias sociales a través de trascender estas divisiones disciplinarias. Al fragmentar no tenemos una mirada global de lo que está pasando, sino que fragmentamos todo de tal manera que perdemos de vista las conexiones de todo este entramado y el llamado sería a movernos hacia estructuras de producción de conocimiento transdisciplinario.

La transdisciplina se nutre de la unidisciplina, de la pluridisciplina e interdisciplina, y tiene como fin comprender la realidad estudiada, considerando la unidad del conocimiento (Nicolescu, 2009). En este trabajo se aplicó el enfoque transdisciplinario porque discernió cada práctica de manejo como totalidad concreta, la cual fue examinada como elemento del manejo que se define a sí mismo y, a la vez, explica al conjunto. La transdisciplina permite examinar integral u holísticamente el manejo de los sistemas agrícolas porque, primero, transgrede (del latín *transgrēdi*, 'pasar a través') las fronteras de distintas disciplinas que intervienen directamente en este manejo (genética, edafología, microbiología, botánica, varias etnociencias, etcétera); segundo, porque integra los métodos de investigación típicos de cada una de estas ciencias en el estudio del manejo y, tercero porque interacciona con ciertas aristas disciplinarias (economía, demografía, sociología, etcétera) ajenas al manejo, pero que influyeron decisivamente en la forma en cómo se realiza este.

Al evaluar las tecnologías aplicadas en el manejo de la milpa, los resultados evidencian que fueron las tecnologías campesinas las que prevalecieron en este manejo y que el rol que han jugado

en el desarrollo de las fuerzas productivas ha sido decisivo para que fuese más productiva, sostenible y para recrear una relación simbiótica y armónica campesino-agronicho. O sea, los datos obtenidos de la investigación, evidencian la paradoja de la violencia epistémica ejercida por los modernizadores del campo que sólo aciertan a “explicar” la baja adopción de las innovaciones radicales tachando a los campesinos de “ignorantes” considerando como *doxa* las innovaciones creadas por ellos; al respecto nunca han ofrecido un solo dato, sino *doxas* que transfiguradas en dogmas, los técnicos de los países dependientes han asumido dócilmente porque están deslumbrados por el modelo científico eurocéntrico-occidental que les ha impedido ver y entender el diálogo de saberes que está implicado en el manejo de la milpa y de otros agroecosistemas.

Por su parte, el manejo agroindustrial de cultivos, basado en el uso indiscriminado de agrotóxicos, ha fracturado la relación campesino-tierra, ya que emite una quinta parte de gases de efecto invernadero, convirtiendo al planeta en un horno que pronto será inhabitable, envenena a los mantos freáticos y al ambiente, empobrece los suelos y elimina la biodiversidad, produce comida contaminada que gradualmente enferma y degrada nuestros cuerpos, haciéndolo más débil y poco resistente al ataque de pandemias como el Covid 19, genera fuertes heladas y golpes de calor, así como sequías y ciclones que merman la autosuficiencia alimentaria y aumentan la pobreza extrema.

Resultados

Los resultados de esta investigación indican:

1. Que en el manejo de milpa la mayoría de los productores eficientes de ambos municipios aplicaron tecnologías modernas y, sobre todo, campesinas, ya que existe un mayor promedio de productores clasificados con un alto GETP en comparación al de productores identificados en la categoría de alto IATR. Una alta aplicación de tecnologías campesinas siempre se reflejó en un incremento de la productividad, debido la predominancia del manejo del maíz como sistema-milpa, basado en el manejo de la biodiversidad que recrean simbiosis, las cuales potencian la

productividad y una relación sostenible y armónica campesino-tierra, así como la reproducción de la vida indígena/campesina y de su diversidad biológica y cultural.

Se trata de milperos que son minifundistas extremos, que sufren de pobreza alimentaria y que alternan la actividad agrícola con la cría de ganado a pequeña escala. Sin embargo, los milperos están sometidos a fuertes presiones por la aplicación de políticas públicas que excluyó a los campesinos de los programas productivos para incluirlos en programas asistenciales, con el propósito de extinguirlos como productores. Esto hecho ha ocasionado que la agricultura se haya transformado en una actividad secundaria que fue sustituida por la migración y la pluriactividad, que ha originado el manejo inadecuado del maíz y el uso inconveniente de agroquímicos, así como la ruptura de la transmisión de los conocimientos empíricos y tecnologías campesinas y el deterioro de la sinergia agricultura-ganadería; además, reconvirtió el policultivo de la milpa en monocultivo de maíz destruyendo la biodiversidad como fuente de colaboraciones y simbiosis, la cual ha sido básica para incrementar la productividad y la reproducción sociocultural de las familias y comunidades campesinas.

2. Otro hallazgo de este estudio se relacionan con la construcción de una tipología de maiceros según su productividad donde se observa que en Cohetzala cerca de un tercio de los maiceros fueron eficientes, con rendimientos que duplicaron al de los maiceros menos productivos, en tanto que en CHS, más de una quinta parte de los maiceros fueron de alta productividad, con una diferencia de más de una tonelada por hectárea en comparación con los maiceros de menor rendimiento. Además se observó que los valores promedio del IATR y del GETP para los productores eficientes son menores en comparación con las mediciones separadas del IATR y GETP, pero simultáneamente, registran rendimientos por hectárea que son superiores.

Este hecho permite conjeturar que el diálogo de saberes genera un nuevo patrón tecnológico que se materializa en nuevas prácticas agrícolas y simbiosis implementadas por los maiceros de

alto rendimiento, que ya no depende de la mayor o menor aplicación de tecnologías campesinas o modernas, sino de la integración que existe entre estas. Y es precisamente de esta asimilación creativa que resultará un nuevo patrón tecnológico innovador con propiedades productivas superiores, porque tiene como base el manejo de la biodiversidad que genera múltiples simbiosis y nuevas fuerzas productivas naturales que potencian la productividad de la fuerza de trabajo y del agronicho; es decir, se tiene que reconocer que en el manejo de la milpa se aplican dos racionalidades científicas distintas: una moderna y otra tradicional, donde ambas son importantes. Además, el manejo de la biodiversidad presente en la milpa ha provisto servicios ecosistémicos a la humanidad, al conservar suelo y agua, así como secuestrando dióxido de carbono, lo que mitiga el calentamiento de la tierra.

3. Finalmente, se encontró que, en general, la aplicación de prácticas agrícolas modernas y campesinas para la construcción del agronicho no fracturan la relación campesino-tierra sino que, por el contrario, se retroalimentan entre sí y con los factores climatológicos, donde la actividad humana y las simbiosis que reproducen son fundamentales para proporcionarle a las plantas cultivadas las condiciones idóneas que requieren en cada una de las etapas fenológicas. La milpa que se maneja bajo los principios del diálogo de saberes tiene la capacidad de conservar suelo y agua, de capturar nitrógeno atmosférico, de reciclar la materia orgánica en nutrientes y energía que mejoran la salud del suelo, de mantener la biodiversidad de flora y fauna a ras y abajo del suelo, que mejoran la nutrición de las plantas. Por estas razones, la milpa comparada con el manejo del monocultivo genera mayores rendimientos de forma sostenible, recrea una relación campesino-tierra, y produce una gran diversidad de granos y arvenses que son saludables y nutritivos.

Limitaciones

Esta investigación tuvo una limitación importante, porque no se midió a nivel de campo la diversidad de flora y fauna que cohabita en la milpa, ni se realizaron estudios de laboratorio para

analizar los atributos físicos, químicos y microbiológicos de suelos. Los valores emanados de los estudios de campo y análisis de laboratorio hubiesen permitido tener una evaluación más certera de las fracturas metabólicas causada por el manejo de monocultivo de maíz y de la milpa.

Conclusiones

La alerta roja hecha por el presidente de la ONU Antonio Guterres por la urgencia de alcanzar 1,5 grados centígrados en el corto plazo, es una prueba irrefutable de que la humanidad está lejos de lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030; indican, asimismo, que estamos ante una coyuntura, quizá la última, de impulsar un cambio radical que atienda con celeridad algunos de los problemas enunciados, sobre todo el derecho a la alimentación, porque constituye la base para el ejercicio de otros derechos humanos básicos. La buena noticia es que ante la crisis alimentaria y climática que vive la humanidad se están construyendo distintos enfoques multiculturales de manejo de cultivos tanto en los países desarrollados como en los dependientes que se oponen al modelo agroindustrial surgido de las entrañas de la acumulación de capital. Por ejemplo, la propuesta que plantean los pequeños granjeros de las zonas rurales de los Estados Unidos de Norteamérica coincide parcialmente con la nuestra y que resumen de la siguiente forma: EEUU, México, Europa y de todo el mundo necesitan reevaluar de manera radical y urgente el cómo y qué cultivamos. Con este fin, tenemos que construir alternativas de manejo que garanticen la producción de granos de forma abundante, sostenible, sanos, nutritivos y que fomenten una relación campesino-tierra que sea armónica y simbiótica.

Para construir esta alternativa es necesario evaluar las tecnologías que aplicaron en el manejo de la milpa a nivel local. Con este propósito, esta investigación aplicó una encuesta para acopiar datos referidos al manejo de maíz que, primero, facilitó la construcción de una tipología de productores que mostró evidencias concluyentes que en el manejo de la milpa se empleó un diálogo

de saberes que integró tanto tecnologías modernas como campesinas. En segundo término, se construyó una segunda tipología para identificar el patrón tecnológico de los productores eficientes los cuales sembraron el maíz como policultivo donde el manejo de la biodiversidad fue esencial para garantizar aumentar la productividad, a pesar de realizarlo bajo condiciones endógenas y exógenas adversas. Finalmente, cuando se examinaron las prácticas agrícolas aplicadas por los milperos eficientes se confirmó que las mismas no ocasionan fracturas metabólicas en la relación campesino-agronomo. Por el contrario, reproducen una relación armónica, simbiótica, sostenible y más productiva. Se trata de experiencias de manejo agroecológico eficiente e innovador que están adaptados localmente; no se trata de ningún paquete tecnológico que sea ajeno a los milperos, sino más bien son innovaciones que han sido recreadas por ellos de forma progresiva las cuales se adecua a las condiciones endógenas y exógenas en que manejan la milpa capaz de fortalecer el derecho a la alimentación.

Si se asegura este derecho, habría las condiciones materiales idóneas para satisfacer otros derechos básicos (educación, salud, etcétera) los cuales pueden alentar a que la humanidad transite hacia una nueva era, el bioceno, que apunta al horizonte utópico de una nueva era humana que valora, respeta y alienta la vida biodiversa y multicultural, que debe basarse en la colaboración y ayuda mutua entre los distintos grupos sociales que habitan el planeta. Lo que tiene que hacer la humanidad es imitar las colaboraciones y simbiosis que realizan los entes bióticos en los pisos de plantas que hay en los agroecosistemas y en la naturaleza, para generar mutualismos que detonen fuerzas productivas extraordinarias en beneficio de la propia sociedad.

Referencias

- Agence France-Presse (AFP). (2019). *Otorgan a dos biólogas el premio Princesa de Asturias por sus trabajos pioneros sobre el cambio climático*. Periódico *La Jornada*, Mexico. Recuperado de <https://bit.ly/3SsQa9h>
- Anseeuw, W. y Laurent, C. (2007), Occupational paths towards commercial agriculture: The key roles of farm, *Journal of Arid Environments*, 70(4), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.11.009>.

- Bastidas, M. Pérez, F. Torres, J. G. Arango, A. Peñaranda, F. (2009). *El diálogo de saberes como posición humana frente al otro: referente ontológico y pedagógico en la educación para la salud*. Recuperado de <https://bit.ly/2Pfy4YW>
- Benbrook, Ch. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally, *Environ Sci Eur*, 28(3), doi: <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- Camargo, S. Montaña N. De la Rosa-Mera C. y Montaña, S. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7). Recuperado de <https://bit.ly/3SwJgAb>
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Recuperado de <https://bit.ly/3LqvXJP>
- Collado-Ruano J. (2017). Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana. *Educ.educ.* 20(2), doi: <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.4>
- Diario Oficial de la Federación (DOF, 2021). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado de <https://bit.ly/38jCCqZ>
- DOF (2022). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado de <https://bit.ly/3sXi9S9>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOa, 2016). *Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico*. Recuperado de <https://bit.ly/2NXQukc>
- FAOb (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*, Roma. Recuperado de <https://bit.ly/3oPwAom>
- FAO (2017). Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto. Recuperado de <https://bitly.ws/32fex>.
- Fassio, A., Carriquiry, A. Tojo C. y Romero. R. (1998). *Maíz: Aspectos sobre fenología*. Recuperado de <https://bit.ly/2kxyHBG>
- Fernandes, F. y Ferrão, V. (2013). *Pedagogía decolonial y educación anti-racista e intercultural en Brasil*. En: Walsh, C. (editora), *pedagogías decoloniales. Prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir*. Recuperado de <https://bitly.ws/WRGY>
- Ferrera, R. y Alarcón, A. (2001). *La microbiología del suelo en la agricultura sostenible*. Recuperado de <https://bit.ly/2ONoyRA>
- Flórez-Flórez, J. (2007: 260). Lectura no eurocéntrica de los movimientos sociales latinoamericanos. Las claves analíticas del proyecto modernidad/colonialidad. En: Castro-Gómez, S. Grosfoguel, R. (Cops.). *El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*. Recuperado de <https://bitly.ws/32e4Q>
- Funes, F. (2015). *La importancia de la integración ganadera para la conservación del suelo*, en Liceaga, I. (ed.). *Sembrando en Tierra Viva, Manual de Agroecología*. La Habana, Cuba. Recuperado de <http://bitly.ws/zKrv>
- Gastélum1, G. y Rocha, J. (2020). La milpa como modelo para el estudio de la biodiversidad e interacciones planta-bacteria. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23: 1-13. Recuperado de <https://bitly.ws/32jVV>.
- Galende, J. (2008). *La organización del proceso de innovación en la empresa española*. Salamanca, España. Recuperado de <https://bit.ly/38LRMCU>
- Grosfoguel, R. (2011): *Movimientos sociales y producción de conocimientos: la relevancia de las experiencias de autoformación*. En: Vianello A. y Mañé, B. (Coord.), *Formas-Otras Saber, nombrar, narrar, hacer*. Recuperado de <https://bitly.ws/33H29>.
- Grosfoguel, R. (2022). *¿Qué significa descolonizar las ciencias sociales?* Entrevista a Ramón Grosfoguel por Juan Carlos Sánchez-Antonio. *Utopía y Praxis Latinoamericana*. Recuperado de <https://bit.ly/3mc9Mmg>
- Gunstone, C. Tormalisse, T. Klein, K. Dubey, A. y Donley, N. (2021). *Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment*. Vol. 9, recuperado de <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.643847>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2019). *Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Ginebra, Suiza. Recuperado de <https://bit.ly/3qkldoS>
- Jaizme, M. C. (2015). *Los microorganismos, bioindicadores de fertilidad del suelo*. En Liceaga, I. (Ed.), *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. La Habana, Cuba. Recuperado de <http://bitly.ws/zKrv>
- Katz, C., (1999). *La tecnología como fuerza productiva social: implicancias de una caracterización*. Quipú, Buenos Aires, Argentina, recuperado de <https://bit.ly/3zsXBUa>.
- Kosik, K. (1967). *Dialéctica de lo concreto*. México: Editorial Grijalbo.
- Manual de Oslo (2006). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Madrid, España: Organización de Cooperación y Desarrollo Económico y Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas.
- Marx, C. (1976). *El capital, Tomo I*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Marx, C. (2003). *El Capital, Tomo. III*. Ciudad de México, México: Siglo XXI.

- Margulis, L. (2002). *Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Recuperado de <https://bit.ly/3JPgtEv>
- Maturana, H. y Varela, F. (2009). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Colección Fuera de Serie. Recuperado de <https://bit.ly/3lhrxRn>
- Moreno, N. (2001). *Lógica marxista y ciencias modernas*. Recuperado de <https://bit.ly/2FDRnYE>
- Nicolescu, B. (2009). *La transdisciplinariedad: Manifiesto*. Recuperado de <https://bit.ly/3Z2dnIH>
- Normander, B. (2012). *Biodiversidad: combatir la sexta extinción masiva*. Normander. En Worldwatch Institute, *la situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Icaria. (Capítulo 15).
- Ortiz, A. (2021). *Inoculación con hongos micorrízicos arbusculares como alternativa para optimizar el aprovechamiento de maíces criollos sembrados en policultivo*. Reporte de aplicación para obtener el diploma de: Especialista en Métodos Estadísticos, Universidad Veracruzana. Facultad de Estadística e Informática. Recuperado de <https://bitly.ws/32veD>
- Paredes, M. C. (2013). *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas*. Recuperado de <https://bit.ly/3Zr7BKh>
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética*, Argentina: Paidós.
- Porcuna, J. (2015). *El suelo como componente esencial en la salud de las plantas. Su función como "filtro biológico"*. En Liceaga, I. (Ed.), *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. Recuperado de <http://bitly.ws/zKrv>
- Robert, M. (2002). *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la Tierra*. Recuperado de <https://bit.ly/3EC33II>
- Saito, K. (2017). Karl Marx. Ecosocialismo, Capitalism, Nature, and the Unfinished Critique of Political Economy, New York Estados Unidos de Norteamérica. *Monthly Review Press*. Recuperado de <https://bit.ly/3LtAO3m>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2022). *Series históricas de superficie sembrada y cosechada, 1980-2018*. Recuperado de <https://bit.ly/3xF7BeO>
- Walker, B. (1992). Biodiversidad y redundancia ecológica. *Biología de la Conservación*, 6, 18-23, doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610018.x>.
- WWF. (World Wildlife Fund, 2018). *Living Planet Report: Aiming Higher*. Gland, Switzerland. Recuperado de <https://bit.ly/3iiXBy8>