



De sotocultivos para el sistema MIAF al diálogo de saberes en una comunidad mazahua: una travesía transdisciplinaria

From sotocultives for the MIAF system to the knowledge dialogue in a mazahua community: a transdisciplinary crossing

Adriana Tapia-Hernández ¹
Elda Miriam Aldasoro-Maya ²  0000-0001-5411-7499
Ulises Rodríguez-Robles ³  0000-0001-5667-8898

¹ El Colegio de la Frontera Sur

² Catedrática CONACYT- El Colegio de la Frontera Sur

✉ ealdasoro@ecosur.mx

³ Universidad de Guadalajara

© Universidad De La Salle Bajío (México)

Palabras clave: arreglos topológicos; cultivos asociados; ERT; maíz; Investigación Acción Participativa; mazahua; rendimiento; saberes contemporáneos; socioculturales; agricultura; familias campesinas

Keywords: topological arrangements; associated crops; ERT; maize; Participatory Action Research; mazahua; turnip; yields; contemporary knowledge; sociocultural; agriculture; peasant families

Recepción: 25 – 02 – 2021 / Aceptación: 02 – 07 – 2021

Resumen

Introducción: la crisis civilizatoria demanda que la academia desarrolle visiones integrales de las problemáticas a atender. Para ello se requiere promover la reflexión, la autoevaluación y el trabajo en equipos transdisciplinarios¹. Esto implica profundizar la reflexión y el análisis de los resultados de investigaciones experimentales a fin de amplificar el impacto de estas, así como conjuntar e integrar métodos cuantitativos y cualitativos a fin de enriquecer experiencias futuras. El objetivo del artículo es enfatizar la importancia de tender puentes transdisciplinarios para contribuir en el avance del conocimiento y fomentar la autocrítica en los trabajos de investigación. Por tal motivo, se evaluó desde el enfoque cuantitativo seis especies vegetales anuales como sotocultivos, que pueden acompañar al maíz y frijol de guía en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) adaptado en un sistema milpa mazahua en la región noroeste del Estado de México y por otra, desde el enfoque cualitativo, se propone el marco teórico de la Investigación Acción

¹ Transdisciplina: Interacción de especialistas de diversas disciplinas y de agentes que no provienen de ninguna disciplina para la formulación de problemas y propuestas.

Interdisciplina: Especialistas de diferentes disciplinas aportan conceptos, métodos de su disciplina con otros especialistas para comprender la faceta del fenómeno y para proponer vías de acción y de soluciones (Olivé *et al.*, 2018).

Participativa (IAP) para analizar las limitaciones y alcances de la implementación del experimento con la finalidad de enriquecer iniciativas futuras y conformar equipos transdisciplinarios.

Método: en la evaluación de seis sotocultivos, en una primera etapa se consideró el efecto del Arreglo Topológico (AT) en el rendimiento y algunos de sus componentes para determinar que Sotocultivos (ST) anuales pueden intercalarse con el maíz y frijol de guía asociados y su impacto en la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT). Los sotocultivos fueron: haba (*Vicia faba* L.), tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), malva (*Malva parviflora* L), papa juilona (*Solanum demissum* Lindl.) y nabo (*Brassica napus* L.). Se estableció el diseño experimental de parcelas divididas y los rendimientos relativos se evaluaron de acuerdo a los ST que propiciaron cosecha en los sistemas de asociación maíz-frijol de guía con tomate de cáscara, maíz-frijol de guía con nabo y maíz-frijol de guía con haba.

En la segunda parte, se analiza la experiencia de la implementación del experimento desde el marco teórico de la Investigación Acción Participativa (IAP) partiendo de los conceptos Diálogo de Saberes (DDS) y Saberes Contemporáneos (SC).

Resultados: La ERT total de tomate de cáscara con maíz-frijol de guía fue de 1.1 en el arreglo 1x1 y de 0.9 en el arreglo 2x2. En el nabo con maíz-frijol de guía asociados, la ERT total fue 1.4 en el arreglo 1x1 y de 1.4 para el arreglo 2x2. En el haba con maíz-frijol de guía asociados, la ERT total fue 1.2 en el arreglo 1x1 y 0.9 en el arreglo 2x2. Se identificaron las limitaciones del impacto de la investigación al omitir considerar cuestiones cualitativas como el estudio etnográfico de la región de estudio, los saberes contemporáneos de la familia campesina que permitió el experimento y de las familias circundantes para tener un panorama amplio de la región, el diálogo de saberes, el uso de metodologías participativas para determinar los sotocultivos pertinentes al contexto sociocultural y ambiental e involucrar de manera más activa y en una relación horizontal a la familia campesina como colaboradores de la investigación.

Conclusión: Los sotocultivos como tomate de cáscara y nabo intercalados con maíz y frijol de guía son adecuados para el sistema MIAF, incrementaron la productividad de la tierra de labor, respecto a los cultivos simples en unidades pequeñas de producción. Con estas propuestas, se puede revitalizar la milpa, sin embargo, se debe continuar desarrollando investigaciones experimentales que nos permitan una mejor comprensión de cada componente. Estas deberán considerar el diálogo de saberes contemporáneos, para lo que el uso de la Investigación Acción Participativa (IAP) resulta una herramienta esencial en la generación y difusión de conocimiento sociocultural y

ambientalmente útil a través de puentes transdisciplinarios y la autocrítica en los trabajos de investigación.

Abstract

Introduction: the civilizational crisis demands that the academy develops comprehensive visions of the problems to be addressed. This requires promoting reflection, self-evaluation and work in transdisciplinary² teams. This implies deepening reflection and analysis of the results of experimental research in order to amplify their impact, as well as combining and integrating quantitative and qualitative methods in order to enrich future experiences. The objective of this article is to emphasize the importance of building transdisciplinary bridges to contribute to the advancement of knowledge and promote self-criticism in research work. For this reason, a quantitative approach was used to evaluate six annual plant species as sub-crops, which can accompany corn and guide beans in the Milpa Intercropped with Fruit Trees (MIAF) system adapted to a mazahua milpa system in the northwestern region of the State of Mexico and on the other, from the qualitative, the theoretical framework of Participatory Action Research (PAR) is proposed to analyze the limitations and scope of the implementation of the experiment in order to enrich future initiatives and form transdisciplinary teams.

Method: in the evaluation of six undergrown crops, in a first stage the effect of the Topological Arrangement (AT) on yield and some of its components was considered to determine that annual undergrown crops (ST) can be interspersed with associated corn and guide beans and their impact. in the Relative Efficiency of the Earth (ERT). The undergrown crops were: broad bean (*Vicia faba* L.), husk tomato (*Physalis philadelphica* Lam.), Purslane (*Portulaca oleracea* L.), mallow (*Malva parviflora* L), papa juilona (*Solanum demissum* Lindl.) and turnip (*Brassica napus* L.). The experimental design of divided plots was established and the relative yields were evaluated according to the TS that favored harvest in the association systems corn-guide bean with husk tomato, corn-guide bean with turnip and corn-guide bean with bean.

² Transdiscipline: Interaction of specialists from various disciplines and agents who do not come from any discipline for the formulation of problems and proposals.

Interdiscipline: Specialists from different disciplines contribute concepts, methods of their discipline with other specialists to understand the facet of the phenomenon and to propose ways of action and solutions (Olivé *et al.*, 2018).

In the second part, the experience of implementing the experiment is analyzed from the theoretical framework of Participatory Action Research based on the concepts of Knowledge Dialogue and Contemporary Knowledge.

Results: the total ERT of husk tomato with corn-guide beans was 1.1 in the 1x1 arrangement and 0.9 in the 2x2 arrangement. In turnip with associated corn-bean guide, the total ERT was 1.4 in the 1x1 arrangement and 1.4 for the 2x2 arrangement. In broad beans with associated corn-beans, the total ERT was 1.2 in the 1x1 arrangement and 0.9 in the 2x2 arrangement. The limitations of the impact of the research were identified by omitting to consider qualitative issues such as the ethnographic study of the region, the contemporary knowledge of the peasant family that allowed the experiment and of the surrounding families to have a broad panorama of the region, the dialogue of knowledge, the use of participatory methodologies to determine the crops relevant to the sociocultural and environmental context and involve the peasant family in a more active way and in a horizontal relation as research collaborators.

Conclusion: underground crops such as husk tomato and turnip interspersed with corn and guide beans are suitable for the MIAF system, they increased the productivity of the arable land, compared to simple crops in small production units. With these proposals, the milpa can be revitalized, however, experimental research should continue to be carried out that allow us a better understanding of each component. These should consider the dialogue of contemporary knowledge, for which the use of Participatory Action Research (PAR) is an essential tool to generate and disseminate sociocultural and environmentally useful knowledge through transdisciplinary bridges and self-criticism in research work.

Introducción

El desarrollo de un pueblo está estrechamente ligado a la producción, acceso, elección y distribución de alimentos. En México, las Familias Campesinas (FCs) indígenas o mestizas contribuyen a ello con la producción de alimentos básicos en unidades de producción, manejadas con el Sistema Milpa (SM). En este, cada especie juega un papel importante tanto para la alimentación como para la obtención de otros bienes (Gliessman, 2002).

Anteriormente, los SM prehispánicos fueron: sistema de temporal extensivo, temporal de mediana intensidad y los intensivos de riego (Aguilar *et al.*, 2003); basados en el maíz (*Zea mays* L.) como eje principal. La conquista propició la introducción de técnicas nuevas, como el uso de

la yunta con bueyes y el tronco con caballos, y la producción de cultivos de interés comercial que desplazó algunas prácticas ancestrales (Appendini *et al.*, 2003).

Después de la reforma agraria y la Revolución de 1910 muchos campesinos retomaron algunas prácticas de los sistemas agrícolas tradicionales, como el uso de la yunta y los policultivos; sin embargo, para los años setenta la producción de cultivos básicos en cultivo simple o monocultivo fue puesta en marcha con crédito público y libre acceso a agroquímicos (Aguilar *et al.*, 2003).

Las empresas paraestatales se encargaron de su producción y distribución (Appendini *et al.*, 2003), dando paso al desarrollo de la agricultura industrial, que propició el uso de agroquímicos, el cultivo simple de especies y la transformación de los sistemas agrícolas. El manejo agronómico de la milpa tradicional que incluía varios componentes, como maíz, frijol, calabaza, haba, quelites y otras plantas útiles fue desplazado en muchas regiones (Mateos *et al.*, 2016).

Algunas poblaciones indígenas han mantenido sus sistemas agrícolas (Aguilar *et al.*, 2003), así como algunas mestizas (Lara *et al.*, 2017), los cuales, basados en prácticas y técnicas campesinas ricas en conocimiento y no intensivas en insumos, sobre todo externos (Altieri y Nicholls, 2004), permiten hacer modificaciones y adaptaciones para mejorar la productividad y estabilidad de los sistemas agrícolas.

En la actualidad existen alternativas para mejorar la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) bajo el manejo agronómico de ciertas especies (Cadena *et al.*, 2015); sin embargo, presentan limitaciones para dar respuesta a la producción, acceso y distribución de alimentos tales como los productos de la canasta básica.

El sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) es una tecnología multiobjetivo que pretende lograr la producción de alimentos, a través del manejo agronómico integrado de la milpa y árboles frutales (Turrent *et al.*, 2017). En el caso de los árboles frutales (epicultivo) se pretende responder a la cuestión económica, el maíz y el frijol arbustivo (mesocultivo y sotocultivo, respectivamente) para responder a la cuestión alimentaria a través de la producción de granos básicos en distintos Arreglos Topológicos (AT) (Meza, 2019). Este sistema es considerado agroecológico de cultivo múltiple, en el que conviven especies comestibles y ornamentales (Muñoz *et al.*, 2017).

El AT consiste en el acomodo espacial de plantas así como su densidad de plantación, la distancia entre surcos y entre plantas (Lujan y Cháves, 2003). En el sistema MIAF, por ejemplo, el

rendimiento se incrementó en el grano del mesocultivo en el AT de un surco de mesocultivo alternado con un surco de sotocultivo, esto debido al mayor número de mazorcas por planta y granos por hilera de mazorca en el maíz, así como al peso y tamaño del grano (Albino *et al.*, 2016). No obstante, existen otros componentes de la milpa, que no han sido incluidos en el sistema MIAF. Tal es el caso de las especies multifuncionales como la calabaza, la papa, el haba, los quelites y plantas medicinales que son parte importante en este sistema (Mariaca *et al.*, 2017), estas especies son pertinentes para complementar la dieta y generar ingresos adicionales para las FCs, además de ir de acuerdo con su contexto sociocultural y ambiental.

El objetivo del presente análisis es tender puentes transdisciplinarios para contribuir en el avance del conocimiento y fomentar la autocrítica en los trabajos de investigación. Por tal motivo, por una parte, se evaluaron seis especies vegetales anuales como sotocultivos, que pueden acompañar al maíz y frijol de guía en el sistema MIAF con el fin de avanzar en el mejoramiento del manejo del SM, así como de sus componentes, en un sistema milpa mazahua (jñatrjo) en la región noroeste del Estado de México. En el diseño experimental se consideraron los meso y sotocultivos, los epicultivos no fueron evaluados. Como hipótesis se planteó que estas seis especies vegetales pueden intercalarse como sotocultivos con el maíz y frijol de guía asociados en los AT del sistema MIAF e incrementar la ERT. Por otra parte, se muestra un análisis cualitativo de las limitaciones de la investigación cuantitativa principalmente cuando esta parte de la verticalidad en el ejercicio del conocimiento por parte de la academia, al analizar la experiencia a la luz de conceptos tales como Saberes Contemporáneos (SC) y Diálogo De Saberes (DDS) (Aldasoro, 2012) desde el marco teórico de la Investigación Acción Participativa (IAP) (Fals, 2008; Villarroel y Cravero, 2015).

Método

Sitio experimental

El estudio se desarrolló en el ciclo primavera-verano (abril - noviembre) en condiciones de secano, en San Juan Palo Seco, municipio de San José del Rincón, Estado de México (19° 52' 86" N, 100° 16' 80" O). La comunidad se ubica a 2838 msnm, presenta una temperatura media anual de 21.3 °C, precipitación entre 800 y 1200 mm y suelo clasificado como andosol según la clasificación de la WRB (IUSS, 2007). El clima es frío, presenta bosques templados y abundan especies de pinos (*Pinus sylvestris*), oyameles (*Abies religiosa*) y otras especies como madroños (*Arbutus*

xalapensis), encinos (*Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. crassipes*), ailes (*Alnus* sp.) y otros (Alejandro y Guzmán, 2016).

La comunidad

San Juan Palo Seco es una comunidad indígena, perteneciente al pueblo mazahua (jñatrjo), que es parte de la familia otomangue. La comunidad se encuentra a 21.3 km. de la cabecera municipal.

El INEGI (2010) reporta una población de 984 habitantes, con 22.68 % de población de 15 años o más analfabeta, 42.04 % de 15 años o más sin primaria completa, con grado de marginación alto en donde el 11.17 % de viviendas particulares habitadas no tenían agua entubada, 1,12 % no contaban con energía eléctrica y 17.32 % de las viviendas habitadas estaban con piso de tierra.

Los jñatrjo se encuentran en 10 municipios del Estado de México (Atacomulco, Donato Guerra, El Oro, Ixtlahuaca, Jocotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Temascalcingo, Villa Allende y Villa Victoria) y en Michoacán (Ocampo, Angangueo, Susupato y Zitácuaro) (CDI, 2020).

Las alternativas laborales por las que los campesinos optan a parte de la producción de maíz son: sembrar otro producto (27.27 %), trabajar en la construcción (63.63 %), algunos optan por dejar de sembrar un tiempo (9.09 %). De la población del municipio, el 63.63% es de ocupación campesina. El sistema de labranza es de yunta (72.72 %) y tractor (37.50 %) (Franco, 2014). Los principales cultivos para la región bajo condiciones de temporal con destino al autoconsumo son el maíz, el frijol y la calabaza. Franco (2014) ha reportado que en el municipio de San José del Rincón estas especies crecen en asociación con el maíz en diferente mata (54.54 %) o en la misma mata (45.45 %). Las proporciones en que se presentan las variedades de maíz son: amarillo (9.10 %), negro (27.27 %), rosado (9.10%), amarillo y negro (27.27 %) y negro y rosado (27.27 %). Hay una preferencia por el maíz blanco, negro y amarillo, el rosado no se considera sabroso.

La familia nuclear es la base de la organización en esta comunidad y como pueblo han mantenido formas tradicionales de organización, siendo una de las más relevantes el trabajo cooperativo llamado faena. Además de realizar importantes festividades resultado del sincretismo de prácticas de origen prehispánico y católicas (CDI, 2020) algunas de estas, tienen relación al trabajo de la milpa y el ciclo biológico del maíz, entre las que se encuentran el culto de la Candelaria, la Santa Cruz, la Virgen María y San Miguel Arcángel (Camacho, 2014).

En San José del Rincón, el 54.54 % de la población conserva las tradiciones agrícolas (Franco, 2014). Para Maya (2016) los pueblos mesoamericanos encuentran sustento material e ideológico en su práctica agrícola, ellos cultivan la tierra y se deben a los rituales para proporcionar el buen temporal. No obstante, los sistemas milpa son el reflejo del mismo estado cultural mazahua, ya que, así como ésta siendo transformada y adaptada la primera, la segunda está siendo transformada por ellos, por las tecnologías y por las problemáticas de la globalización (Monroy *et al.*, 2018) entre estas problemáticas, la migración.

La población mazahua ha experimentado intensos procesos de migración desde principios del s. XIX, en una primera etapa a la ciudad de México, y posteriormente a las ciudades de Toluca, Querétaro, Monterrey y Guadalajara (Alejandro y Guzmán, 2016). No es hasta mediados del siglo pasado que se inicia la migración hacia los Estados Unidos de América, aprovechando el contexto de la posguerra. El fenómeno migratorio tiene sus orígenes en múltiples y diversas causas. Por ejemplo, Gómez (1986) citado por Chávez (2004) indica que la emigración mazahua de San Felipe del Progreso tiene sus índices más altos a principios del siglo pasado debido a los tiempos disponibles que les dejaban los trabajos agrícolas, en tanto que la emigración de los habitantes de Pueblo Nuevo (San José del Rincón), se debió a un conflicto entre líderes por el control del ejido. Por otra parte, García (1977) señala que tanto Arizpe (1975) como Iwanska (1973) tuvieron coincidencias en la descripción de los procesos y patrones de las corrientes migratorias de la región noroeste del Estado de México, las cuales eran de carácter temporal o estacional y sólo por excepción permanente dirigida hacia la ciudad de México en busca de labores no capacitadas, de baja remuneración y de preferencia con poca o nula supervisión.

Las labores agrícolas de la mano con los cargos religiosos era un motivo de importancia para regresar a las comunidades de origen, sin embargo, con el tiempo la tendencia cambio independientemente de las labores agrícolas (Chávez, 2004; Zarza *et al.*, 2018). En la actualidad, se requieren de ingresos para múltiples actividades, entre ellas, complementar su dieta y lograr la sobrevivencia porque la disponibilidad del maíz solo dura ocho meses. En el periodo de secas, para la migración temporal, el trabajo de los SM lo realizan los hombres mientras que, en el periodo de lluvias, las mujeres se encargan de ello (Chávez, 2004), en tanto que, los estudios de género hacen visible la participación económica de las mujeres en la producción de alimentos y en la reproducción de las unidades productivas campesinas (Martínez *et al.*, 2020).

Parcela experimental

La parcela seleccionada pertenece a la familia mazahua López (fig.1), a la que se le solicitó el permiso para trabajar en ella y se les explicó el experimento. Se les conoció por su participación en un grupo de productores que recibieron y aportaron recurso económico para la implementación de un invernadero destinado a la producción de hortalizas. El acuerdo fue que nosotros haríamos la inversión para sembrar la milpa y ellos obtendrían la cosecha de maíz. Además, por su participación en el experimento se les pagó jornal en los momentos en que se requirió de su apoyo.



Fig. 1. a) Familia López de origen Mazahua a la hora de la comida; b) preparación del suelo antes de la siembra en la parcela experimental en San Juan Palo Seco, municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Fig. 1. a) Lopez family of Mazahua origin at lunch time; b) preparation of the soil before planting in the experimental plot in San Juan Palo Seco, municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

La única información que se consideró respecto a los saberes campesinos para el diseño del experimento fue un listado de las especies presentes en la milpa, que se obtuvo de un diálogo informal. La familia campesina enumeró cerca de 16 especies en la milpa: 1) frijol rosa y gordo o chamacero (*Phaseolus vulgaris*); 2) maíz blanco, negro, rosado y cacahuazintle (*Zea mays*); 3) haba (*Vicia faba*); 4) chilacayote (*Cucurbita ficifolia*); 5) avena (*Avena sativa* L.); 6) trigo

(*Triticum* spp.); 7) papa juilona (*Solanum demissum* Lindl); 8) cebada (*Hordeum vulgare*); 9) nabo (*Brassica napus* L.); 10) cenizo (*Chenopodium berlandieri*); 11) jaltomateras (*Jaltomata procumbens*); 12) jaramao (*Raphanus raphanistrum*); 13) malva (*Malva parviflora*); 14) lacitos; 15) uxcon; y 16) flor de gato. De éstas se seleccionaron cuatro (3, 7, 9 y 13) por ser cultivos anuales, locales y de porte bajo y se incorporaron dos más por su importancia económica: tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) y verdolaga (*Portulaca oleracea* L.).

Es de considerarse que el frijol y el haba en verde o en seco se destinaban para autoconsumo. Por su parte el maíz se vendía para comprar ropa para la fiesta patronal, el cual se llevaba en mazorca y su venta era anticipada. Algunas especies sobresalientes que adquiría la familia López eran los chiles, cebollas y chilacas, no usaban jitomate, en cambio usaban la cáscara de la papa como tomate.

Diseño experimental y de tratamientos

El diseño experimental fue en parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes o tratamientos correspondieron a tres arreglos topológicos: 1) un surco de maíz asociado con frijol de guía, alternado con un surco de cada sotocultivo (1x1); 2) dos surcos de maíz asociado con frijol de guía alternado con dos surcos de cada sotocultivo (2x2); y 3) el cultivo simple de las especies evaluadas. Las parcelas chicas o subtratamientos fueron seis especies de sotocultivos: tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), haba (*Vicia faba*), malva (*Malva parviflora* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), papa juilona (*Solanum demissum* Lindl.), nabo (*Brassica napus* L.). Se consideraron dos tratamientos adicionales: el manejo tradicional del campesino de la milpa el cuál consistió en maíz, ayocote (*Phaseolus coccineus*), papa juilona y las diferentes arvenses y el sistema de cultivo maíz-frijol asociado (sin sotocultivo) (tabla 1). El tamaño de cada unidad experimental fue de seis surcos de 0.8 m de ancho por 6 m de longitud.

Tabla 1. Tratamientos evaluados de acuerdo al cultivo intercalado de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de guía asociados y sotocultivos sembrados en franjas alternas con dos arreglos topológicos y en cultivo simple o monocultivo.

Table 1. Treatments evaluated according to the intercrop of maize (*Zea mays* L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of associated guide and sotocultures planted in alternate strips with two topological arrangements and in simple or monoculture cultivation.

Número de tratamiento	Arreglo topológico	Sotocultivo	Abreviación
1	1x1 ^y	Tomate de cáscara (<i>Physalis philadelphica</i>) (TC)	MFA-TC 1X1
2	1x1	Haba (<i>Vicia faba</i>) (H)	MFA-H 1X1
3	1x1	Papa juilona (<i>Solanum demissum</i> Lindl.) (PJ)	MFA-PJ 1X1
4	1x1	Nabo (<i>Brassica napus</i> L.) (N)	MFA-N 1X1
5	1x1	Malva (<i>Malva parviflora</i> L.) (M)	MFA-M 1X1
6	1x1	Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.) (V)	MFA-V 1X1
7	2x2	TC	MFA-TC 2X2
8	2x2	H	MFA-H 2X2
9	2x2	PJ	MFA-PJ 2X2
10	2x2	N	MFA-N 2X2
11	2x2	M	MFA-M 2X2
12	2x2	V	MFA-V 2X2
13	Cultivo Simple (CS)	TC	CS-TC
14	CS	H	CS-H
15	CS	PJ	CS-PJ
16	CS	N	CS-N
17	CS	M	CS-M
18	CS	V	CS-V
19	CS	Maíz	CS-Maíz
20		Milpa tradicional	
21		MFA sin sotocultivo	

^y 1x1: Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de cada sotocultivo; 2x2: dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de cada sotocultivo; Milpa tradicional: maíz, ayocote, arvenses y papa juilona; MFA: maíz asociado al frijol de guía en cultivo *simple*. **Fuente:** elaboración propia.

^y 1x1: One row of maize in association with guide beans alternated with one row of each sotoculture; 2x2: two rows of corn in association with guide beans alternated with two rows of each sotoculture; Traditional milpa: corn, ayocote, weeds and papa juilona; MFA: corn associated with the guide bean in *simple* cultivation. **Source:** own elaboration.

Manejo de los cultivos

Se consideró el tamaño de los surcos, el arreglo de los sotocultivos y el monocultivo conforme a la base del diseño del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales. Las fechas de siembra fueron: a) el 20 y 21 de abril se sembró el maíz, el frijol de guía, la papa y el haba, y b) el 18 de mayo se sembró el nabo, la verdolaga, la malva y se trasplantó el tomate de cáscara. La distancia entre

plantas de haba, maíz y frijol de guía fue de 60 cm, y la distancia entre plantas en papa, nabo, malva, verdolaga y tomate de cáscara fue de 37, 6.25, 25, 12.5 y 50 cm respectivamente.

En cada golpe de siembra en el maíz se colocaron 3 semillas por mata; dos en frijol; en papa se colocaron dos tubérculos por mata; en haba, tres semillas; en nabo y malva se hizo la siembra a chorrillo (Fig. 2), por último, en tomate de cáscara se trasplantaron dos plantas de tomate por mata.



Fig. 2. a) Siembra del maíz, del frijol de guía y de la papa juilona después de la apertura del surco con la yunta de caballos; b) siembra al voleo de la verdolaga a los 27 dds de la maíz y frijol en la parcela experimental; c) estudiantes de posgrado del Colegio de Posgraduados Campus Montecillos después de la siembra al voleo de la verdolaga, nabo y malva en la parcela experimental ubicada en San José del Rincón, Estado de México.

Fig. 2. a) Sowing of the corn, the guide bean, and the potato juilona after opening the furrow with the horse team; b) broadcasting of purslane at 27 days of corn and beans in the experimental plot; c) postgraduate students from the Postgraduate College Montecillos Campus after broadcasting purslane, turnip and mallow on the experimental plot located in San Jose del Rincon, State of Mexico.

Al momento de la siembra, el maíz y frijol de guía fueron fertilizados por separado con la fórmula 40-80-00 kg ha⁻¹ (N-P-K) y 3 t ha⁻¹ de estiércol, cuya aplicación fue en banda en el fondo de los surcos (fig. 3).



Fig. 3. a) Aplicación de fertilizante sintético a las matas de maíz y frijol al momento de la siembra; b) Colectivo de familiares, amigos y miembros de la familia López para el establecimiento de la parcela experimental; c) Preparación del estiércol de animal para la aplicación a las matas de maíz y frijol al momento de la siembra en San José del Rincón, Estado de México.

Fig. 3. a) Application of synthetic fertilizer to corn and bean plants at planting time; b) Collective of relatives, friends, and members of the Lopez family for the establishment of the experimental plot; c) Preparation of animal manure for application to corn and bean plants at the time of planting in San Jose del Rincon, State of Mexico.

En los sotocultivos se aplicó en banda la fórmula $00-30-00 \text{ kg ha}^{-1}$ (N-P-K) al momento de la siembra. En la primera escarda se realizó la segunda fertilización en el maíz y frijol de guía con la fórmula $40-00-00 \text{ kg ha}^{-1}$ (N-P-K), realizada a los 62 días de la primera fecha; los sotocultivos ya no se volvieron a fertilizar. Treinta días después, se realizó una segunda escarda.

Además, a los 54 días después de la siembra (dds) después de la primera fecha, se hizo un rayado como comúnmente se le nombra en la comunidad. El rayado jalado con un tronco de caballos es similar a una escarda, con la diferencia de que su principal función es hacer un control manual de las malezas cubriéndolas con el suelo. A los 115 y 153 dds de la primera fecha, se hicieron dos deshierbes de forma manual.

En la primera quincena y finales de junio se observó el aumento en la población del frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*) en las plantas de maíz, haba y en el nabo, así como de pulga saltona (*Epitrix sp.*) en el cultivo de papa, por lo cual, se hizo una aplicación de malatión (Fig. 4) para disminuir sus poblaciones y con ello afectar el desarrollo de las plantas con consecuencias directas en el rendimiento de los cultivos y el experimento.



Fig. 4. a) Presencia de frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*) en las plantas de haba; b) nabo; c) presencia de pulga saltona (*Epitrix sp.*) en el cultivo de papa en la parcela experimental en San José del Rincón, Estado de México.

Fig. 4. a) Presence of puffin (*Macrodactylus mexicanus*) in broad bean plants; b) turnip; c) presence of building flea (*Epitrix sp.*) in potato cultivation in the experimental plot in San Jose del Rincon, State of Mexico.

Variables medidas

En maíz se evaluó la altura de planta (cm); y una vez cosechadas las mazorcas, se registró su peso usando una balanza de reloj; asimismo, se seleccionaron cinco mazorcas al azar para determinar su diámetro y longitud, el número de granos por mazorca, el contenido de humedad en el grano, el peso del grano y del olote. Con estas dos últimas variables y el peso de las mazorcas, se calculó el rendimiento ajustado a 14 % de humedad corrigiendo según la humedad en campo con un medidor de humedad de John Deere Moisture Chek Tester (modelo SW16060) y el del desgrane correspondiente a 0.5 ha^{-1} .

En el de frijol de guía se registró la altura de la planta (cm) y una vez cosechadas las vainas, se llevó a cabo la extracción del grano, el cual fue expuesto al sol para concluir su secado y posteriormente obtener el rendimiento ajustado a 14 % de humedad, rendimiento correspondiente

a 0.5 ha⁻¹. En la región el rendimiento promedio del frijol se encuentra entre los 800 a 1000 kg por hectárea (Comentario personal de un agricultor de la región).

Debido a que el nabo es un cultivo perenne se realizaron tres cortes durante el ciclo de cultivo: 80, 119 y 125 dds, ello para obtener la materia fresca conocida como corazones (tallos) antes de que comenzara la floración, debido a que de esta forma son consumidos en la región. En cada corte se registró el diámetro y la longitud del tallo, así como la altura de la planta (cm). Posteriormente, los tallos fueron pesados para determinar el peso fresco, rendimiento correspondiente a 0.5 ha⁻¹.

En el haba y tomate de cáscara se muestrearon 10 plantas con competencia completa en cada unidad experimental, para determinar las siguientes variables: en el haba se cuantificó el número de tallos y vainas por planta, para determinar el rendimiento se procedió cosechar y extraer el grano de la vaina para posteriormente pesar el grano en una báscula granataría. En el tomate de cáscara se determinó el rendimiento de frutos, el número de frutos por planta, diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm) y altura de planta (cm). Los rendimientos del mesocultivo y de los sotocultivos se reportan en una hectárea compacta, es decir, 0.5⁻¹ ha de la asociación maíz frijol de guía y 0.5⁻¹ de cada sotocultivo.

Análisis de los resultados

Se realizó análisis de varianza, una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) y se calculó su desviación estándar para determinar el efecto del arreglo topológico en el rendimiento y algunos componentes sobre los cultivos de tomate de cáscara, nabo y haba, con sus respectivos cultivos simples, así como del maíz en asociación con frijol de guía (MFM) y en cultivo simple. Se calculó la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) para determinar el potencial del tomate de cáscara, nabo y haba como sotocultivos en el sistema MIAF. En el caso de la verdolaga, malva y papa juilona no existió producto para ser analizado. La ERT fue calculada con la siguiente ecuación:

$$ERT = L_A + L_B = Y_A/S_A + Y_B/S_B$$

Donde: $L_A + L_B$ son las ERTs para los cultivos individuales, Y_A y Y_B son los rendimientos de los cultivos individuales en el cultivo intercalado y S_A y S_B son los rendimientos como cultivos

simples. Si la ERT es mayor que 1.0, el cultivo intercalado es más eficiente, y si es menor a 1.0 entonces el cultivo simple es más eficiente (Gliessman, 2002).

En este trabajo, el cultivo intercalado estuvo compuesto por las especies: maíz, frijol de guía y un sotocultivo (con seis especies diferentes). Dado que el maíz y frijol de guía se sembraron asociados ocupando el mismo espacio, se consideraron como un solo cultivo, tanto en el cultivo mixto como en el cultivo simple. Entonces, la ERT individual del maíz-frijol de guía asociados (ERT MF), se calculó de la siguiente forma:

$$ERT\ MF = (Y_{MI} + S_{FI}) / (Y_{MSI} + S_{FSI})$$

Donde: $Y_{MI} + Y_{FI}$ son los rendimientos del maíz y frijol de guía intercalados, y Y_{MSI} y Y_{FSI} son los rendimientos de del maíz y frijol de guía sin intercalado (fig. 5).

La ERT individual de los sotocultivos se calculó aplicando directamente la fórmula.



Fig. 5. a) Registro de variables como el diámetro y la altura de la planta en la planta de nabo; b) Arreglo Topológico 2x2 (Dos surcos de maíz y frijol asociados con dos surcos de tomate de cáscara.) y; c) Labor cultural de la escarda en los diferentes cultivos en la parcela experimental en San José del Rincón. Estado de México.

Fig. 5. a) Record of variables such as the diameter and height of the plant in the turnip plant; b) 2x2 Topological Arrangement (Two rows of corn and beans associated with two rows of tomato peel and c) Cultural work of weeding in the different crops in the experimental plot in San Jose del Rincon, State of Mexico.

Resultados

Tomate de cáscara y ERT

En el rendimiento de tomate de cáscara no hubo diferencias significativas entre los sistemas de cultivo (tabla 2). El valor individual de la ERT en el arreglo 1x1 fue de 0.49 en el maíz y frijol de guía asociados y de 0.63 ($P < 0.05$, tabla 2) en el tomate de cáscara, lo que indica que rindieron como si hubieran ocupado el 49 y 63 % de la superficie, cuando en realidad solo ocuparon la mitad (0.5 ha^{-1}). En el arreglo 1x1, la ERT total fue de 1.1, indicando que es favorable para el productor.

Tabla 2. Rendimiento y eficiencia relativa de la tierra (ERT) en tomate de cáscara intercalado en franjas con maíz-frijol de guía y en cultivo simple en un andosol en el municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 2. Yield and relative efficiency of the land (ERT) in husk tomato intercropped in strips with guide maize-beans and simple cultivation in an andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^z	AT	Rendimiento			ERT Individual		
		Tomate de cáscara	Maíz	Frijol de guía	Tomate de cáscara	Maíz/frijol de guía	ERT Total
Intercalado	1x1	0.92±0.01 a	0.79±0.11 a	0.24±0.06 a	0.63	0.49	1.1
Intercalado	2x2	0.67±0.19 a	0.88±0.00 a	0.10±0.02 b	0.45	0.47	0.9
Simple		1.46±0.10 a	1.56±0.72 a	0.52±0.05 a			

^z SC = Sistema de Cultivo; AT = Arreglo Topológico; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de tomate de cáscara; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de tomate de cáscara. Los valores son promedio de tres repeticiones ± ES. Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$). El rendimiento se expresó como el obtenido en 0.5 ha^{-1} . **Fuente:** elaboración propia.

^z SC = Culture System; AT = Topological Arrangement; 1x1 = A row of maize in association with guide beans alternated with a row of husk tomato; 2x2 = Two rows of maize in association with guide beans alternated with two rows of husk tomato. Values are average of three repetitions ± SE. Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; $P \leq 0.05$). The yield was expressed as that obtained in 0.5 ha^{-1} . **Source:** own elaboration.

Maíz y frijol de guía

No se encontraron diferencias significativas para el rendimiento, altura de la planta, diámetro, longitud y número de granos en mazorca en ambos arreglos y en el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía ($P < 0.05$, tabla 3). El rendimiento del frijol de guía asociado al maíz fue estadísticamente diferente, habiendo 46 % mayor rendimiento en el arreglo 1x1 que en el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía ($P < 0.05$, tabla 2) y 58 % mayor que en el arreglo 2x2, además hubo mayor número

de vainas por planta ($P < 0.05$, tabla 3) en comparación al arreglo 2x2 y al cultivo *simple* de maíz-frijol de guía. En el arreglo 1x1 la planta de frijol de guía tuvo mayor altura.

Tabla 3. Promedio de la longitud (LM), diámetro (DM) y granos por mazorca (GM); altura de planta de maíz (APM); número de vainas por planta (VPF) y altura de planta de frijol de guía (APF) en la asociación maíz-frijol de guía intercalados en franjas con tomate de cáscara en San José del Rincón, Estado de México.

Table 3. Average length (LM), diameter (DM) and kernels per ear (GM); corn plant height (APM); number of pods per plant (VPF) and height of the guide bean plant (APF) in the maize guide bean association interspersed in strips with husk tomato in San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^z	AT	Maíz				Frijol de guía	
		LM	DM	APM	GM	VPF	APF
		cm				cm	
Intercalado	1x1	12.7±0.25a	5.1±0.08a	195.1±13.3a	328.7±0.94a	53±8.21a	111.2±19.1a
Intercalado	2x2	11.0±0.09a	5.0±0.18a	190.4±19.1a	284.3±0.27a	31±5.03b	105.4±08.1a
CS-MFA		11.9±0.80a	5.0±0.11a	202.0±05.6a	312.9±0.83a	30±2.00b	77.9±11.5a

^z AT = Arreglo topológico; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de tomate de cáscara; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de tomate de cáscara; CS-MFA = Cultivo simple de maíz y frijol de guía asociados. Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$). **Fuente:** elaboración propia.

^z AT = Topological arrangement; 1x1 = A row of maize in association with guide beans alternated with a row of husk tomato; 2x2 = Two rows of maize in association with guide beans alternated with two rows of husk tomato; CS-MFA = Simple culture of maize and associated guide beans. Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; $P \leq 0.05$). **Source:** own elaboration.

Nabo intercalado en franjas con maíz - frijol de guía asociados

Nabo y ERT

En los cultivos intercalados, el nabo rindió más que en el cultivo simple (tabla 4). Los valores de ERT individual en el nabo y la asociación maíz-frijol de guía en el arreglo 1x1 fue de 0.79 y 0.66, respectivamente (tabla 4), indicando que rindieron como si hubieran ocupado el 79 y 66 % de la superficie, cuando solo ocuparon 0.5 ha⁻¹. En el arreglo 2x2, rindieron como si hubieran ocupado el 90 y 51 % de la superficie. La ERT total de ambos arreglos fue de 1.4.

Tabla 4. Rendimiento y eficiencia relativa de la tierra (ERT) del nabo intercalado en franjas con maíz-frijol de guía bajo dos arreglos topológicos y en cultivo simple en un andosol en el municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 4. Yield and relative efficiency of the land (ERT) of the turnip intercropped in strips with guide maize-bean under two topological arrangements and in simple cultivation in andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^z	AT	Rendimiento			ERT Individual		ERT Total
		Nabo	Maíz	Frijol de guía	Nabo	Maíz/Frijol de guía	
Intercalado	1x1	0.83±0.08a	1.05±0.48a	0.16±0.04a	0.79	0.66	1.4
Intercalado	2x2	0.94±0.07a	0.68±0.10a	0.25±0.10a	0.90	0.51	1.4
Simple		1.04±0.07b	1.56±0.59a	0.26±0.05a			

^zSC = Sistema de Cultivo; AT = Arreglo topológico; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de nabo; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de nabo. Los valores son promedio de tres repeticiones ± ES. Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; P ≤ 0.05). El rendimiento se expresó como el obtenido en 0.5 ha⁻¹. **Fuente:** elaboración propia.

^zSC = Culture System; AT = Topological arrangements; 1x1 = One row of maize in association with guide bean alternated with one row of turnip; 2x2 = Two rows of maize in association with guide bean alternated with two rows of turnip. Values are average of three repetitions ± SE. Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; P ≤ 0.05). The yield was expressed as that obtained in 0.5 ha⁻¹. **Source:** own elaboration.

El grosor de los tallos del nabo fue favorecido por el arreglo 1x1, sin embargo, la altura de la planta fue opuesta respecto al cultivo simple y al arreglo 2x2 (tabla 5), sin existir diferencias significativas (P < 0.05) en las variables.

Tabla 5. Promedio de la longitud, diámetro del tallo y altura de la planta de nabo intercalado en franjas con maíz-frijol de guía bajo dos arreglos topológicos y en cultivo simple en un andosol en el municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 5. Average length, stem diameter and height of the turnip plant interspersed in strips with guide maize-bean under two topological arrangements and in simple cultivation in an andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^z	Arreglo topológico	Nabo		
		Longitud	Diámetro cm	Altura de Planta
Intercalado	1x1	27.9±0.59a	3.5±0.40a	124.3±3.83a
Intercalado	2x2	25.6±0.81a	3.0±0.42a	141.6±1.78a
CS-N		26.3±0.88a	3.0±0.37a	133.8±8.52a

^zSC = Sistema de Cultivo; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de nabo; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de nabo; CS-N = Cultivo simple de nabo. Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; P ≤ 0.05). **Fuente:** elaboración propia.

^zSC = Culture System; 1x1 = One row of maize in association with guide bean alternated with one row of turnip; 2x2 = Two rows of corn in association with guide beans alternated with two rows of turnip; CS-N = Simple turnip culture. Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; P ≤ 0.05). **Source:** own elaboration.

Maíz y frijol de guía

En el maíz, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la longitud, diámetro, altura de la planta de maíz y en el número de granos por mazorca. En la altura de planta de frijol no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) (tabla 6).

Tabla 6. Altura de planta de frijol (APF), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), altura de planta de maíz, numero de granos por mazorca (G) evaluadas en la asociación maíz-frijol de guía intercalado en franjas con nabo bajo dos arreglos topológicos y en cultivo simple en un andosol del municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 6. Height of bean plant (APF), length of ear (LM), diameter of ear (DM), height of corn plant, number of grains per ear (G) evaluated in the maize-bean association of interleaved guide in an andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^w	AT	APF	LM	DM	APM	G
cm						
Intercalado	1x1	101.0a	11.9a	5.1a	195.6a	316.9a
Intercalado	2x2	116.0a	11.7a	5.0a	202.4a	285.8a
CS-MFA		77.9a	11.9a	5.0a	202.0a	312.9a

^w SC = Sistema de Cultivo; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de nabo; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de nabo; CS-MFA = Cultivo simple de maíz y frijol asociados; Valores de medias en una columna seguida de letras iguales no difieren estadísticamente ($P < 0.05$) de acuerdo al test de Tukey. **Fuente:** elaboración propia.

^w SC = Culture System; 1x1 = One row of maize in association with guide bean alternated with one row of broad bean; 2x2 = Two rows of maize in association with guide beans alternated with two rows of broad bean. Values are average of three repetitions \pm SE. Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; $P \leq 0.05$). The yield was expressed as that obtained in 0.5 ha^{-1} . **Source:** own elaboration.

Haba intercalada en franjas con maíz-frijol de guía asociados

Haba y ERT

El rendimiento fue bajo y no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de cultivo ($P < 0.05$). En el arreglo 1x1 los valores de ERT individuales fueron de 0.39 y 0.82 para el haba y el cultivo intercalado de maíz-frijol de guía respectivamente (tabla 6).

Tabla 7. Rendimiento y eficiencia relativa de la tierra (ERT) de la asociación maíz-frijol de guía intercalados en franjas con haba bajo dos arreglos topológicos y en cultivo simple en un andosol en el municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 7. Yield and relative efficiency of the land (ERT) of the guide maize-bean association interspersed in strips with broad beans under two topological arrangements and in simple cultivation in an andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^w	AT	Rendimiento			ERT Individual		ERT Total
		Haba	Maíz	Frijol de guía	Haba	Maíz/Frijol	
Intercalado	1x1	1.95±0.35a	1.23±0.31a	0.27±0.13a	0.39	0.82	1.2
Intercalado	2x2	1.62±0.31a	0.88±0.58a	0.18±0.05a	0.32	0.58	0.9
Simple		5.00±0.91a	1.56±0.59a	0.26±0.05a			

^w SC = Sistema de Cultivo; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de haba; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de haba. Los valores son promedio de tres repeticiones ± ES. Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$). El rendimiento se expresó como el obtenido en 0.5 ha⁻¹.

Fuente: Elaboración propia.

^z SC = Culture System; AT = Topological arrangements; Inter = Interleaved; 1x1 = One row of maize in association with guide bean alternated with one row of broad bean; 2x2 = Two rows of corn in association with guide beans alternated with two rows of broad beans; CS = Simple culture; Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; $P \leq 0.05$). **Source:** Own elaboration.

Maíz y frijol de guía

No se encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas en maíz ($P < 0.05$). Se encontraron diferencias significativas en el número de vainas por planta entre los sistemas de cultivo intercalado y el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía (tabla 7).

Tabla 8. Promedio en la longitud (LM), diámetro (DM) y número de granos por mazorca (GM); altura de la planta de maíz (APM); número de vainas por planta (VPF) y altura de planta en frijol de guía (APF) en un andosol en el municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Table 8. Average length (LM), diameter (DM) and number of kernels per ear (GM); corn plant height (APM); number of pods per plant (VPF) and plant height in guide beans (APF) in an andosol in the municipality of San Jose del Rincon, State of Mexico.

SC ^z	AT	Maíz				Frijol de guía	
		LM	DM cm	APM	GM	VPF	APF Cm
Inter.	1x1	12.7±0.87a	4.9±0.16a	198.9±6.89a	279.3±0.90a	53±10.9a	120.0±11.2a
Inter.	2x2	12.2±0.81a	4.8±0.13a	212.5±7.41a	302.0±1.25a	57±08.5a	130.0±03.2a
CS		11.9±0.80a	5.0±0.11a	202.0±5.60a	312.9±0.83a	30±02.0b	77.9±20.0 a

^z SC = Sistema de Cultivo; AT = Arreglo topológico; Inter = Intercalado; 1x1 = Un surco de maíz en asociación con frijol de guía alternado con un surco de haba; 2x2 = Dos surcos de maíz en asociación con frijol de guía alternado con dos surcos de haba; CS = Cultivo simple; Medias en misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$). **Fuente:** Elaboración propia.

^z SC = Culture System; AT = Topological arrangements; Inter = Interleaved; 1x1 = One row of maize in association with guide bean alternated with one row of broad bean; 2x2 = Two rows of corn in association with guide beans alternated with two rows of broad beans; CS = Simple culture; Means in the same column with different letters are statistically different (Tukey; $P \leq 0.05$). **Source:** Own elaboration.

Discusión

Tomate de cáscara

El tomate de cáscara es una planta con fotosíntesis C3 (Labarthe y Pelta, 2010), moderadamente exigente en intensidad luminosa (Gliessman, 2002); y su desarrollo suele ser mejor en condiciones de sombreado (Rodríguez *et al.*, 2011). Albino (2014) reportó que en el arreglo topológico 1x1 la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) transmitida a nivel del suelo fue 40 % menor que al intercalar con el arreglo 2x2 el maíz “H-155” con el frijol arbustivo “8025”. La disminución de la RFA en el arreglo 1x1 podría ser una de las razones por lo cual las plantas de tomate de cáscara mostraron mayor rendimiento.

El aumento en el rendimiento del tomate de cáscara en el arreglo 1x1 estuvo relacionado con el tamaño del fruto, con este arreglo hubo valores mayores en el diámetro ecuatorial (17 %) y en el diámetro polar (18 %) en comparación al cultivo simple. El rendimiento obtenido se considera bajo en comparación a los datos reportados en el SIAP (2014), donde en 2013 el rendimiento en condiciones de temporal fue de 1.8, 2.2 y 4.8 t ha⁻¹ en los estados de Sinaloa, Hidalgo y Puebla, respectivamente, mientras que Salas (2004) reportó valores de 5.8 t ha⁻¹ en una siembra tradicional y de 14.5 t ha⁻¹ en tomate asociado con maíz como cultivo barrera, esto bajo condiciones de riego. La disminución del rendimiento fue atribuido al manejo agronómico del cultivo, específicamente a dos factores, la fertilización y el control de plagas. Salas (2004) sugiere fertilizar con la fórmula 120-40-00 kg ha⁻¹ (N-P-K); en condiciones de riego. En este estudio solo se aplicaron 30 kg ha⁻¹ de potasio, lo que podría explicar parte de las diferencias en rendimiento, además durante el desarrollo del cultivo hubo daño por pulga saltona (*Epitrix* sp.), la cual fue controlada, no obstante, el daño ocasionado en las plantas tuvo un efecto en el rendimiento. Esto se debe a que cualquier daño al área foliar repercute en la intercepción solar (Tinoco *et al.*, 2008), reduciendo el rendimiento.

Maíz y frijol de guía

El rendimiento de maíz asociado con el frijol de guía fue similar en ambos arreglos y en el cultivo *simple* maíz-frijol de guía (tabla 2). No obstante, hubo 12 % mayor de rendimiento con el arreglo 2x2 respecto al arreglo 1x1; resultados similares fueron encontrados por Albino (2014) al probar los mismos arreglos, pero con frijol arbustivo. Esto se atribuye probablemente a la competencia interespecífica por luz, agua y nutrimentos, donde el maíz presenta ventajas por tener mayor área

foliar para intercambios de gases e intercepción de agua, así como un sistema radical más profundo y desarrollado (Hai-Yong *et al.*, 2013).

Cuando existen deficiencias de algún elemento esencial en cultivos asociados, el maíz presenta mejores estrategias fisiológicas para adquirir los nutrientes en mayor proporción, por lo que el frijol presenta menor capacidad para competir por nutrientes (Gliessman, 2002).

El rendimiento de maíz obtenido en el estudio se encuentra en el promedio obtenido por los campesinos de la zona, los cuales, en buenas condiciones de temporal alcanzan rendimientos de 2 t ha⁻¹ (Comunicación personal: Antonio Sánchez), mientras que en la región del valle de Toluca oscilan de 2.5 a 6.5 t ha⁻¹ (González *et al.*, 2007) para cultivos de riego y en planicie.

Herrera *et al.* (2001) observaron relación positiva entre altura de planta y rendimiento, debido a la ramificación mayor y al mayor número de vainas por planta; sin embargo, en algunos casos el granado de la vaina fue irregular, debido a la disminución del tamaño y del número de hojas (Salinas *et al.*, 2008). Este efecto negativo se observó en el arreglo 2x2, donde hubo 26 % mayor altura que el cultivo *simple* maíz-frijol de guía, sin embargo, el número de vainas y rendimiento fue similar al cultivo *simple* de maíz-frijol de guía.

El rendimiento de frijol obtenido en este estudio se considera bajo, de acuerdo a estudios realizados en condiciones de temporal en el estado de Puebla, donde el frijol rindió entre 0.8 y 0.9 t ha⁻¹ (Herrera *et al.*, 2001).

ERT

Los arreglos son pertinentes en las unidades pequeñas de producción, dado que la ERT es mayor que 1.0 y permite la compensación en los rendimientos (Camas *et al.*, 2012). Sin embargo, los rendimientos obtenidos indican que se debe perfeccionar el manejo agronómico del sistema para lograr la productividad potencial en los andosoles al cultivarse con milpa intercalada.

Nabo intercalado en franjas con maíz - frijol de guía asociados

Nabo

El nabo, al ser una planta C3 (Schwab, 2010), presenta un mejor desarrollo bajo condiciones frías o templadas (Gliessman, 2002) y es tolerante a condiciones de sombreo. Esto puede explicar el aumento en el rendimiento en los cultivos intercalados, además de que se han obtenido mejores

rendimientos en siembras de mediados de mayo y a mediados de junio, independientemente de su ciclo de cultivo (Schwab, 2010).

Los sistemas intercalados condicionan una mejor RFA (Ortegón *et al.*, 2002), lo cual, favorece el desarrollo vegetativo de las plantas y, al combinarse con especies de ciclos diferentes, el área de exploración radical de cada especie, tiene ventajas en comparación a los cultivos simples (Albino, 2014). En el arreglo 1x1, la longitud y diámetro del tallo fue ligeramente mayor que en el cultivo simple, lo cual, permitió incrementar el rendimiento (tabla 5). Probablemente el nabo al ser una crucífera (*Cruciferae*), la longitud de su sistema radicular le permitió tener una mayor área de exploración (Schwab, 2010) en los cultivos intercalados (Escobar, 2010).

Maíz y Frijol de guía

El rendimiento de maíz no presentó diferencias significativas entre los sistemas de cultivo, no obstante, se observó que, al aumentar el rendimiento de una especie, el de la otra disminuyó. En el arreglo 1x1, el rendimiento de maíz fue de 1.0 t ha⁻¹ y el del nabo de 0.8 t ha⁻¹; en el arreglo 2x2, el rendimiento de maíz disminuyó y el del nabo incrementó. En el maíz, no se encontraron diferencias significativas para altura de planta, diámetro, longitud y número de granos por mazorca. No obstante, la altura de la planta en el arreglo 1x1, fue menor (3.1 %) que en el arreglo 2x2 y que en el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía, lo cual favoreció el número de granos, diámetro y longitud por mazorca. Los rasgos de crecimiento del maíz podrían explicar su comportamiento, debido a que se caracteriza por ser tallo erecto que sobresale del cultivo, con un arreglo foliar en estratos y menor densidad de hojas en comparación al de las otras especies, por lo tanto, la intercepción de la RAFA es más eficiente (Padilla *et al.*, 2001).

En el número de vainas por planta y altura de planta no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$). Sin embargo, la altura de planta en el arreglo 2x2 fue mayor (33 %) que en el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía; se ha encontrado que, a mayor número de vainas por planta, el rendimiento se incrementa (Herrera *et al.*, 2001).

ERT

La ERT total de ambos arreglos fue de 1.4. En estudios similares en policultivos de temporal (maíz-frijol delgado y maíz-higuerilla) se encontró un ERT promedio de 1.1 (Cruz, 2009). El arreglo 1x1 se considera ventajoso en ambos cultivos, siempre y cuando el productor de prioridad a la

asociación maíz-frijol de guía y considere el resguardo del germoplasma de las razas nativas de maíz y frijol de guía.

Los resultados indican que el nabo puede utilizarse como especie componente de la milpa bajo el sistema MIAF, ya que representan un recurso importante, dadas las condiciones económicas, generalmente precarias, de las familias campesinas (Nava *et al.*, 2000).

Haba intercalada en franjas con maíz-frijol de guía asociados

Haba

El bajo rendimiento pudo deberse al retraso en la fecha de siembra (García *et al.*, 2012) y a la incidencia de enfermedades como la mancha de chocolate (*Botrytis fabae*), la cual, se presentó en la etapa de floración y fructificación, cuya incidencia afectó negativamente el rendimiento (Rojas *et al.*, 2012).

El cultivo simple de haba mostró mayor rendimiento que los sistemas de cultivo intercalados en los cuales se observó que el aumento en el rendimiento disminuyó el rendimiento de las otras especies, por ejemplo, en el arreglo 1x1, el haba rindió 1.9 t ha⁻¹ y el maíz, 1.2 t ha⁻¹.

Debido a que la planta de haba tuvo una altura mayor a 1m, la entrada de luz al dosel disminuyó, por lo tanto, hay un menor número de tallos hijos y menos abortos florales (García *et al.*, 2012). Se ha encontrado que las raíces de las plantas pueden crecer hasta alcanzar un largo similar al del tallo de la planta (Rojas *et al.*, 2012), elongando sus raíces en un amplio perfil de suelo, abarcando una mayor área de exploración para absorción de nutrientes y minerales.

No se encontraron diferencias significativas para el número de vainas verdes, tallos y altura de planta entre los arreglos topológicos. A pesar de esto, la altura de planta en el cultivo simple fue mayor (7.5 %) que en el arreglo 1x1; no obstante, en este arreglo las plantas produjeron mayor número de vainas y rindieron más que en el arreglo 2x2 y que en el cultivo simple, esto se debió a que, al disminuir el número de vainas por planta, el rendimiento también disminuyó (Herrera *et al.*, 2001).

Aunque no hubo diferencias significativas en el número de tallos por planta entre los sistemas de cultivo, se ha encontrado que a un mayor número de tallos existe mayor competencia entre plantas por asimilados (García *et al.*, 2012).

Maíz y frijol de guía

Se ha observado que el rendimiento de maíz se reduce cuando se siembra alternadamente con leguminosas (Padilla *et al.*, 2001); no obstante, la pérdida de rendimiento se compensa con la producción de haba y de frijol de guía. Estudios previos muestran que el crecimiento de la raíz del haba y del frijol de guía favorece la exploración de las raíces para la búsqueda de agua y nutrientes a diferentes profundidades del suelo (Albino, 2014), además permite a las plantas de maíz aprovechar el nitrógeno del suelo que no ha sido aprovechado por las leguminosas (Altieri y Nicholls, 2004).

Se encontraron diferencias significativas en el número de vainas por planta entre los sistemas de cultivo intercalado y el cultivo *simple* de maíz-frijol de guía. La altura de planta y el número de vainas por planta fueron superiores en los sistemas intercalados, confirmando que, a mayor altura de planta, el rendimiento de grano es mayor (Herrera *et al.*, 2001).

Se observó un aumento en el rendimiento de las tres especies al utilizarse el arreglo 1x1 en comparación a los otros dos sistemas de cultivo, sin embargo, debido a que la altura de planta de haba fue mayor a 1 m, se debe seguir evaluando a esta especie para poder considerarla como un sotocultivo, ya que su altura se aproxima a la del maíz nativo color azul.

ERT

La ERT individual del haba en el arreglo 1x1, indica que el cultivo intercalado presenta desventajas para el productor, debido a que el rendimiento fue menor que en el cultivo simple. No obstante, en el arreglo 1x1, el maíz y frijol de guía fueron beneficiados, debido a que rindieron como si hubieran ocupado el 83 % de la superficie, cuando esta solo ocupó la mitad (0.5 ha^{-1}).

En el arreglo 2x2, la ERT individual del haba fue igual a 0.32, lo cual indica que no debería sembrarse en cultivos intercalados, debido a que rindió como si hubiera ocupado solamente el 32 % de la superficie.

El haba presentó limitaciones como componente del sistema MIAF, pero podría utilizarse en el arreglo 1x1, si se logra mejorar su rendimiento sin disminuir el rendimiento del maíz y del frijol de guía los cuales, mostraron resultados atractivos. Si el productor pretende utilizar un sistema de cultivos intercalados, y dar prioridad a la producción de haba, es recomendable que utilice variedades de porte bajo y se realicen los estudios correspondientes, con el afán de explotar los beneficios de las leguminosas en los cultivos intercalados.

La Investigación Acción Participativa (IAP), los Saberes Contemporáneos (SC), el Diálogo De Saberes (DDS) y la Transdisciplina

Como se analizó previamente, algunos sotocultivos son adecuados para el sistema MIAF incrementando la productividad de la tierra de labor. Lamentablemente la productividad no es determinante en la región, ya que existen variables tanto propias de la actividad agrícola, como del contexto general socioeconómico y cultural en el país que propicia el desplazamiento de la población mazahuas, que ha incidido en *dejar de hacer milpa*, lo que implica que su relación directa con los recursos naturales y los saberes en torno a ellos se continúa trastocando. Entre las primeras se encuentran: el crecimiento demográfico, la herencia y acaparamiento progresivo de las tierras, el comercio, la distribución de fertilizantes, la escasez de tierras productivas, el bajo jornal del campo, el gasto ritual, el requerimiento de otras necesidades de consumo; entre las segundas se encuentran la inflación de precios de productos alimenticios y de consumo, la cercanía a la ciudad de México (Alejandro y Guzmán, 2016; Franco, 2014; García y Guzmán, 2017; González, 2013; Monroy *et al.*, 2018). Sin embargo, aún varias familias continúan cultivando la milpa, en el pueblo mazahua de San Pedro, Temascalcingo, Estado de México, las familias campesinas guardan en su memoria los conocimientos que imbrican con elementos agrícolas, culturales y bilógicos y ponen en práctica para el cultivo de la milpa (Vásquez *et al.*, 2016). Por ello, las investigaciones cuantitativas que parten del paradigma positivista con alternativas para las FCs desde la mirada de la problemática del investigador resultan pertinentes para avanzar en el conocimiento de la ciencia al realizar aportaciones valiosas. Sin embargo, el aprendizaje obtenido del proceso de investigación al implementar la parcela experimental en un sistema milpa indígena, hacer uso de sus semillas nativas, herramientas, técnicas, tiempo de trabajo y superficialmente sus conocimientos, mostró la necesidad de tender puentes de conocimiento con otras disciplinas como lo es la antropología, para desarrollar marcos de trabajo que tengan mayores probabilidades de tener un impacto en la realidad. En lo particular se ha identificado lo que la IAP con las FCs, el DDS y saberes contemporáneos pueden aportar al diseñar y realizar investigaciones con un enfoque integral y participativo.

La IAP como marco teórico para los trabajos de investigación propone la comprensión, el pensamiento crítico y el trabajo en los procesos participativos. Parte de investigar para conocer los procesos que determinan los problemas y las acciones de transformación, fomenta el investigar-reflexionar-actuar (Soliz y Maldonado, 2010) e indica que la ciencia se construye socialmente. La

finalidad de la IAP es consolidar la organización científica, técnica y social para mejorar las condiciones de vida y enriquecer las culturas de la humanidad (Guerrero y García, 2009; Moncayo, 2015; Villarroel y Cravero, 2015).

Es común que, en el trabajo académico con el sector campesino, se parta de la premisa de que las personas conocen sus recursos, semillas, suelo, fechas de siembra, labores culturales y manejo de sus sistemas, pero no es suficiente, se requiere que estos saberes contemporáneos sean incorporados a las investigaciones a fin de responder de manera más directa a los contextos socioculturales existentes, de los cual depende la apropiación de los resultados obtenidos. Por otra parte, si bien los campesinos cuentan con estos saberes, requieren de apoyo técnico para el manejo de ciertas especies, en ciertos lugares aprender a trabajar en equipo (Albino *et al.*, 2016) además de la creación de espacios de reflexión (Gómez, 2018).

Se requiere que el *investigador* conozca y comprenda la dinámica campesina para obtener resultados socio ambientales útiles y no solo técnicamente viables, y de esta forma detonar procesos de co-producción de conocimiento considerando el contexto sociocultural y ambiental en el que están inmersos.

De esta manera se evita que se realice investigación que no sea apropiada, por ejemplo, en este caso la FC que permitió el experimento en su Sistema Milpa, no consideró los resultados obtenidos y continuó con el cultivo tradicional de la milpa, esto porque la iniciativa de *tener varios* sotocultivos en arreglos topológicos en su sistema milpa no partió de la Familia Campesina ni de sus necesidades, se realizó de forma vertical, desde la mirada del equipo de investigación. Es de considerarse también, que no se preguntó al jefe y jefa de familia los motivos por los cuales no se apropiaron de los sotocultivos que mostraron buen desarrollo. No obstante, se puede deber a factores como la demanda de tiempo y mano de obra, esto porque al mismo tiempo la familia producía policultivos libres de agroquímicos en un invernadero, el requerimiento de insumos como semillas (nabo, haba, malva y verdolaga), tubérculos (papa juilona) o germinar semillas (tomate de cáscara), la incertidumbre de cosecha por las condiciones climáticas, la poca viabilidad económica de la malva y papa juilona, estas últimas son especies toleradas en su sistema milpa. El haba es una especie cultivada, sin embargo, su destino principal es el autoconsumo. Otro factor importante son las labores culturales, en el caso de los sotocultivos al momento del barbecho que se realizó con yuntas jaladas por caballos, que es común en la región, la remoción de tierra propicio su entierro y con ello, la muerte de algunas plantas, estos factores, entre otros, no fueron considerados a la hora

de determinar que sotocultivos eran pertinentes para la experimentación, la región y las condiciones edafoclimáticas.

Desafortunadamente, en algunos procesos verticales no se considera a las Familias Campesinas como parte de los procesos de investigación, ni mucho menos el regresar la información en formatos adecuados para fomentar la reflexión entre las FCs y la academia, y de esta forma lograr que los resultados obtenidos tengan un impacto en la realidad. En el planteamiento, desarrollo y termino de la investigación, no se consideró regresar la información a la familia campesina.

Por ello, en la construcción colectiva de la producción de alimentos es indispensable diseñar procesos horizontales a partir del Diálogo De Saberes (DDS), los Saberes Contemporáneos (SC) y el conocimiento científico (Aldasoro, 2012). Usamos el concepto SC para enfatizar que los conocimientos, las prácticas y las creencias (saberes) (Toledo y Alarcón-Chaires, 2012) de las personas están en constante producción y reproducción en el tiempo y en el espacio, así como las intensas dinámicas de intercambio de conocimientos e ideas en general que experimentan las sociedades en el mundo globalizado (Aldasoro, 2012; Gavito *et al.*, 2017). El concepto retoma la propuesta de Santos (2009) que aborda de la urgencia de expandir y diversificar el presente y considerar todas las experiencias existentes simultáneas como relevantes, y así descartar la idea de que algunas de estas experiencias son desechables, como tristemente llegan a ser consideradas las campesinas en enfoques tecnificistas.

Los campesinos siempre se encuentran experimentando en sus parcelas, para ello hacen uso de propuestas que ellos desarrollan, pero también de lo que escuchan de técnicos de programas gubernamentales, académicos e incluso, dependiendo de la generación, de lo que ven en televisión y en el internet. Por diálogo de saberes entendemos:

La construcción colectiva de significancia emergente, basada en el diálogo establecido entre pueblos cuyas experiencias, cosmovisiones y maneras de saber son específicas e históricamente diferentes, particularmente cuando confrontan a los nuevos desafíos colectivos de un mundo cambiante. Dicho diálogo se apoya en el intercambio de las diferencias y en la reflexión colectiva. A menudo, ello propicia la re-contextualización y la re-significación, lo cual da lugar a saberes y significados emergentes, que se relacionan con las historias, tradiciones, territorialidades, experiencias, procesos y acciones de los distintos pueblos. Las nuevas y colectivas comprensiones,

significancias y saberes, pueden llegar a constituir la base para acciones de resistencia colectivas y para la construcción de procesos nuevos (Martínez y Rosset, 2016, p. 26).

El lograr la coproducción de nuevo conocimiento y entendimientos permite concretar prácticas que mejoren la calidad de vida de las personas involucradas (Aldasoro y Argueta, 2013; Chan *et al.*, 2019; Gavito *et al.*, 2017; Gómez *et al.*, 2019). En este caso en particular hemos detectado algunos factores que sugerimos sean considerados en próximas investigaciones con el objetivo de que aumente el impacto de las investigaciones en la sociedad:

1. Explicar y discutir el diseño experimental con los dueños de la parcela con la finalidad de integrar sus saberes y marco cultural en general para propiciar la reflexión conjunta sobre el valor de la milpa mazahua.
2. Determinar los sotocultivos a evaluar en base a la importancia que tienen estos para las FCs. En este experimento se consideraron algunos de los cultivos mencionados por la FC, sin embargo, faltó analizar la necesidad primaria del cultivo a su demanda de consumo familiar y local. Se podría haber hecho un registro breve y puntual con algunas familias de las especies más comunes a fin de escoger alguna de relevancia en la comunidad más allá de las de la FC en particular dueña de la parcela, y que también cumpliera con algunas de las características que se requerían para el experimento (especie anual, de porte bajo, comestible, regional, con potencial de productividad).
3. Involucrar a la FC no como mano de obra sino para hacerlos parte en la discusión de los resultados conforme avanzaba el experimento, esto facilitaría la comprensión y apropiación de los mismos.
4. Regresar los resultados a nivel familiar, pero también comunitario en tiempo y forma (al finalizar el análisis de los resultados), de manera verbal y también en algún formato impreso fácil de conservar y en el que se puedan visualizar de forma entendible los resultados y principales recomendaciones.
5. Propiciar espacios de autocrítica en los equipos de investigación y en las propuestas de la investigación.

La comunidad científica debe considerar que hay conocimiento cultural que tiene significado en la toma de decisiones de las personas (Gavito *et al.*, 2017), mismas que existen en formatos

diferentes a los académicos, ya que no forzosamente se plasman de forma escrita, sino todo lo contrario, su transmisión es eminentemente oral. La cultura oral es un modo de relación que se ha visto desvalorizada por la identificación de esta con el analfabetismo y la ignorancia. Si las personas no escriben, no es porque no hubieran aprendido a leer o escribir, sino porque aprendieron a leer para la vida y no para las tareas escolares, por ello, el modo de relación con los objetos, con el lenguaje o con los saberes, depende de su modo de adquisición (Martín, 2003).

El *investigador* debe contribuir a esos modos de adquisición, no solo para las personas, también para sí. Para ello se requiere trabajar en la integración de equipos transdisciplinarios que atiendan una misma problemática desde diferentes disciplinas y así se logre una comprensión holística de los fenómenos socioculturales y ambientales, por ende, el desarrollo de propuestas con mayor impacto en la vida real.

Conclusiones

Los sotocultivos como tomate de cáscara y nabo intercalados con maíz y frijol de guía son adecuados para el sistema MIAF, incrementaron la productividad de la tierra de labor, respecto a sus correspondientes cultivos simples, así como el del maíz, el haba y la papa juilona en unidades pequeñas de producción. Con los sotocultivos es posible revitalizar el sistema agrícola milpa optimizando el espacio de estos en el sistema, sin embargo, se debe de profundizar en el estudio de cada componente.

Es necesario se conformen visiones y equipos transdisciplinarios que permitan la realización de investigación con una visión holística y horizontal incluyendo el diálogo con las familias campesinas y sus saberes contemporáneos. En la presente, se identifica, por una parte, que se requiere la realización de IAP para lograr que los resultados obtenidos transformen la realidad, por otra, se fomente la retroalimentación de los saberes contemporáneos indispensables para producir conocimiento con incidencia sociocultural y ambientalmente, a través de puentes transdisciplinarios y la autocrítica en los trabajos de investigación.

Agradecimientos

Al CONACYT, por ser una institución pública que apoya la investigación científica. Al Colegio de Postgraduados por el apoyo brindado para realizar la presente investigación, que fue parte de los estudios de maestría de la primera autora.

Referencias

- Aguilar, J., Illsley, C., y Marielle, C. (2003). Los sistemas agrícolas de maíz y sus procesos técnicos. En: G. Esteva y C. Marielle (eds.). *Sin maíz no hay país*. 1ra. ed. 83-122. Ciudad de México. CONACULTA.
- Albino-Garduño, R. (2014). *El sistema agroforestal Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF): productividad y optimización económica del maíz y frijol*. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. México. 12-14.
- Albino-Garduño, R., Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J. I., González-Estrada, A., Mendoza-Castillo, Ma. Del C., Volke-Haller, V. H. y Santiago-Mejía, H. (2016). Optimización económica de N, P, K y densidades de plantación en maíz y frijol intercalados. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 993-1004. <https://doi:10.29312/remexca.v7i5.226>
- Aldasoro-Maya, E. M. (2012). *Documenting and contextualizing Pjiekakjoo (Tlahuica) knowledges through a collaborative research project*. Tesis doctoral. Universidad de Washington. Disponible en: https://digital.lib.washington.edu/researchworks/bitstream/handle/1773/20792/AldasoroMaya_washington_0250E_10214.pdf?sequence=1
- Aldasoro-Maya, E. M., y Argueta-Villamar, A. (2013). Colecciones etnoentomológicas comunitarias: Una propuesta conceptual y metodológica. *Etnobiología*, 11(2), 1-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5261808>
- Alejandro-García, S. y Guzmán-Mendoza, R. (2016). Conocimiento tradicional asociado al uso de plantas medicinales en migrantes mazahuas de una comunidad indígena de San José del Rincón, Estado de México. *Huellas de la Migración*, 1(1), 195-220.
- Altieri M. A. y Nicholls, C. I. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (73), 8-20.
- Appendini K., García-Barrios, R. y de la Tejera, B. (2003). Seguridad alimentaria y “calidad” de los alimentos: ¿una estrategia campesina? *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, (75), 65-83. <https://doi.org/10.18352/erlacs.9694>.
- Cadena-Iñiguez, P., Camas-Gómez, R., Rodríguez-Hernández, F. R., Berdugo-Rejón, J. G., Ayala-Sánchez, A., Zambada-Martínez, A., Morales-Guerra, M., Espinosa-Paz, N. y López-Báez,

- W. (2015). Contribuciones del INIFAP al extensionismo en México y la gestión de la innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 883-895
- Camas-Gómez, R., Turrent-Fernández, A., Cortes-Flores, J. I., Livera-Muñoz, M., González-Estrada, A., Villar-Sánchez, B., López-Martínez, J., Espinoza-Paz, N. y Cadena-Iñiguez, P. (2012). Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (3), 231-243.
- Camacho-Ibarra, F. (2014). *De serpientes y humanos. Sobre el simbolismo de las alianzas, el sacrificio y el maíz entre los Mazahuas del Estado de México*. Estudios de cultura Otopame.
- CDI. (2020). Atlas de los Pueblos Indígenas de México. *Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas*. [En línea]. Disponible en: http://atlas.cdi.gob.mx/?page_id=1210
- Chan-Mutul, G. A., Vera-Cortés, G., Aldasoro-Maya, E. M., y Sotelo-Santos. L. E. (2019). Retomando saberes contemporáneos. Un análisis del panorama actual de la meliponicultura en Tabasco. *Estudios de Cultura Maya*, (53), 289-326. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.2019.53.947>
- Chávez-Arellano, M. E. (2004). Identidad y migración. Imágenes y expectativas de algunos mazahuas en la ciudad de México. *Gazeta de Antropología*, 20(07). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/7258>.
- Cruz-Ruiz, M. A. (2009). *Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxoxotlán, Oaxaca*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. 85-86.
- Escobar-Riquelme, M. M. (2010). *Adaptación e interacción genotipo x ambiente en raps (Brassica napus L.) en la zona Centro Sur de Chile*. Tesis de Maestría. Universidad de Concepción.
- Fals-Borda, O. (2008). Orígenes universales y retos actuales de la Investigación Acción Participativa (IAP). *Peripecias*, (110), 1-14. En: <https://doi.org/10.1348/014466509X439216>
- Franco-Duarte, C. (2014). *Factores que afectan la permanencia y evolución de la mazahua. Estudio geográfico y de percepción*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.
- García-Gallegos, E., García-Nieto, E., Juárez-Santillán, L. F., Juárez-Santacruz, L., Montiel-González, J. M. R. y Gómez-Camarillo, M. A. (2012). La respuesta de haba (*Vicia faba*, L.)

cultivada en un suelo contaminado con diferentes concentraciones de cadmio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(2), 119-126

- García-Mora, C. (1976). Migración mazahua a la ciudad de México. *América Indígena*, XXXVII (3).
- Gavito-Mayra, E., van Der Wal, H., Aldasoro-Maya, E. M., Ayala-Orozco, B., Bullen-Atenea, A., Cach-Pérez, M., Casas-Fernández, A., Fuentes, A., González-Esquivel, C., Jaramillo-López, P., Martínez, P., Mansera-Cerruti, O., Pascual, F., Pérez-Salicrup, D. R., Robles, R., Ruíz-Mercado, I. y Villanueva, G. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (88), 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>
- González-Mendoza, M. (2013). *Análisis del patrimonio gastronómico entre los mazahuas de San Antonio Pueblo Nuevo, San José del Rincón, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.
- González-Huerta, A., Vázquez-García, L. M., Sahagún-Castellanos, J., Rodríguez-Pérez, J. E., y Pérez-López, de J. (2007). Rendimiento del maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca. *Agricultura Técnica en México*, 33(1), 33-42.
- Gómez-Alfaro, V. M. (2018). *Las condiciones de seguridad alimentaria de los pequeños productores en el municipio de Las Rosas, Chiapas*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Gómez-Núñez, J., Gómez-Martínez E., Morales, H., Santiago-González, V., y Aiterwegmair, K. (2019). Construcción social de la soberanía alimentaria por la organización campesina OCEZ CNPA en Chiapas, México. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9) 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guerrero-Barón J., y García-Sánchez, B. (2009). Las ciencias sociales y la invención del tercer mundo: A propósito de la obra académica de Orlando Fals Borda (1). *Revista Historia de La Educación Latinoamericana*, (12), 42-61.
- Gliessman-Stephen, R. (2002). *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. 1ra. Edición. Ed. LOTICAT.
- Hai Yong X., Jian Hua. Z., Jian Hao. S., Xing Guo, B., Christie. P., Fu Suo. Z., y Long, L. (2013). Dynamics of root length and distribution and shoot biomass of maize as affected by

- intercropping with different companion crops and phosphorus application rates. *Field Crops Research*, (150), 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.05.027>
- Hernández R., González A. y Rivera P. (2008). El cultivo de la canola (*Brassica napus* y *B. rapa*) en el estado de Jalisco, México. I. Características agronómicas. *Bioagro*, 20(3), 185-19.
- Herrera-Cabrera, B. E., Delgado-Alvarado, A. y Díaz-Ruiz, R. (2001). Asociación maíz-fríjol de guía bajo temporal en Cuauhtlinchán, Puebla, México. *Agricultura Técnica en México*, 27(2), 153-161.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelo. FAO Roma. 130 p.
- INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/#>
- Labarthe S. F., Pelta R. H. (2010). Introducción básica a la fotosíntesis y características de especies forrajeras megatérmicas. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. *INTA*.
- Lara-Ponce, E., Valdés-Vega, J. L., Medina-Torres, S. M. y Martínez-Ruiz, R. (2017). Situación de la agricultura de mayos y mestizos del Norte de Sinaloa, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(4), 577-597.
- Luján-Favela, M., y Chávez-Sánchez, N. (2003). El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(2), 81-87.
- Mateos-Maces, L., Castillo-González, F., Chávez-Servia, J. L., Estrada-Gómez, J. A., y Livera-Muñoz, M. (2016). Manejo y aprovechamiento de la agrobiodiversidad en el sistema milpa del sureste de México. *Acta Agronómica*, 65(4), 413-421.
- Mariaca-Méndez, R., Cano-Contreras, J. E., Morales-Valenzuela, G., y Hernández-Sánchez, M. (2014). La milpa en la región serrana Chiapas Tabasco de Huitiupán Tacotalpa. En: M. González-Espinoza y C. Brunel-Manse. (Coords.). *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva*. (1), 323-359. México. Juan Pablos Editor.
- Martín-Barbero, J. (2003). Saberes hoy: diseminaciones, competencias y transversalidades. *Revista Iberoamericana*, (32), 17-34.
- Martínez-Caballero, G. y Montes de Oca Vargas, H. (2012). Envejecimiento y migración en los municipios del Estado de México. *Papeles de Población*, 18(73), 205-240.

- Martínez-López, L., Martínez-Corona, B., Zapata-Martelo, E. y Ayala-Carrillo, M. del R. (2020). Mujeres y hombres en la milpa de una comunidad Triqui Alta. En: I. Vizcarra-Bordi. (Coord). *Volteando la tortilla. Género y maíz en la alimentación de México*. 1ra ed. 129-149. México. Juan Pablos Editor, S. A.
- Martínez-Torres, M. E. y Rosset-Michael, P. (2016). Diálogo de saberes en la vía campesina: Soberanía alimentaria y agroecología. *Espacio Regional*, 1(13), 23-36.
- Maya, V. (2016). La actualidad de los rituales agrícolas mesoamericanos. La fiesta de la Santa Cruz y de San Isidro Labrador en dos municipios Mazahuas de México. *Diálogo Andino*, (49), 131-136.
- Moncayo, V. M. (2015). Orlando Fals Borda. Una sociología sentipensante para América Latina. Siglo XXI Editores.
- Monroy-López, L., Albino-Garduño, R., González-Pablo, L., Santiago-Mejía, H. y Pedraza-Durán, I. (2018). Manejo generacional de la milpa en la comunidad Mazahua de Palmillas, Estado de México. Iberoforum. *Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, 13(25), 94-113.
- Muñoz-Ruiz, E., Santiago-Mejía, H., Albino-Garduño, R. y Rivera-Pineda, F. (2017). *El sistema milpa intercalada con árboles frutales incrementa la eficiencia relativa de la tierra en una comunidad mazahua del Estado de México*. VI Congreso Latino Americano. X Congreso Brasileiro. V Seminario Do DF e Entorno. 12-15 Setembro. Brasilia, Brasil.
- Nava-Bernal, E. G., Arriaga-Jordán, C., y Chávez-Mejía, M. C. (2000). La vegetación arvense en sistemas de producción campesinos de dos zonas del municipio de San Felipe del Progreso, México. *Revista de Geografía Agrícola*, (29), 29-42.
- Olive-Morett, León., Argueta-Villamar, A. y Puchet-Anyul, M. (2018). Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 13(28), 135-153
- Ortegón-Morales, A. S., Díaz-Fraco A., y Rodríguez-Castillo, A. (2002). Rendimiento de híbridos de canola (*Brassica napus* L.) en diferentes métodos de siembra. *Agricultura Técnica en México*, 28(2), 151-158.
- Padilla-C., Ruiz, T. E. y Díaz, H. (2001). Densidad de siembra de sorgo forrajero y maíz intercalados en el momento de la plantación de pasto estrella (*Cynodonn lemfuensis*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(1), 45-50.

- Padilla, C., Colom, S., Díaz, M. F., Cino, D. M. y Curbelo, F. (2001). Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea maíz* en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* vc Perú y *Panicum máximum* vc likoni. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2), 167-173.
- Rodríguez-Burgos, A., Ayala-Garay, O. J., Hernández-Livera, A., Leal-León, V. M., y Cortez-Mondaca, E. (2011). Desarrollo del fruto y calidad de semilla de cinco variedades de tomate de cáscara en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5), 673-687. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i5.1617>
- Rojas-Tiempo, J., Díaz-Ruiz, R., Álvarez-Gaxiola, F., Ocampo-Mendoza, J., y Escalante-Estrada, A. (2012). Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 35-49. <https://doi.org/0.29312/remexca.v3i1.1479>.
- Rojas-Meza, J. (2019). Milpa Intercalada con Árboles frutales para la resiliencia al cambio climático, la sustentabilidad ambiental y la seguridad alimentaria en Nicaragua. *La Calera*, 19(32), 48-54. <https://doi.org/10.5377/calera.v19i32.8440>
- Salas J. (2004). Evaluación de prácticas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci* en tomate. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, (71), 34-40.
- Salinas-Ramírez, N., Escalante-Estrada, J. A., Rodríguez-González, Ma. T. y Sosa-Montes, E. (2008). Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en fechas de siembra. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3), 235-241.
- Santos de Sousa, B. (2009). Una epistemología del sur. *Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*. 16(54), 17-39.
- Schwab, M. I. (2010). *Comportamiento agronómico de colza según fechas de siembra*. Trabajo final, Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/comporta.dir/doc.pdf>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2013). *Normales Climatológicas*. [En línea]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/>.
- SIAP. (2014). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. [En línea]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/>.

- Soliz, F., y Maldonado, A. (2010). *Guía de Metodologías Comunitarias Participativas (Clínica)*. Disponible en: <http://www.clinicambiental.org/docs/publicaciones/guia5.pdf>.
- Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J. I., Espinosa-Calderón, A., Hernández-Romero, E., Camas-Gómez, R., Torres-Zambrano, J. P. y Zambada-Martínez, A. (2017). MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5), 116-1185. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.116>
- Toledo-Manzur, V. M., y Alarcón-Cháires, P. (2012). La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica*, 9(1), 1-16.
- Tinoco-Alfaro, C. A., Ramírez Fonseca, A., Villarreal Farías, E. y Ruiz Corral, A. (2008). Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agricultura técnica en México*, 34(3), 271-278.
- Villarroel, M., y Cravero, R. (2015). *Metodologías participativas: una experiencia para pensar la IAP hoy*. VIII Seminario Regional (Cono Sur) ALAIC. Argentina.
- Van Noorden, R. (2015). Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 525(7569), 306-307. <https://doi.org/10.1017/S1062798718000248>
- Vásquez-González, A., Chávez-Mejía, C., Herrera-Tapia, F. y Carreño-Meléndez, F. (2016). La milpa Mazahua: baluarte de conocimientos y creencias. *Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, 11(21), 142-167.
- Zarza-Delgado, M. P., Romero-Guzmán, L., y Cruz-Jiménez, G. (2018). La vida cotidiana de la mujer mazahua de San José del Rincón, Estado de México. Lo cotidiano detrás de la lente. En: H. Serrano-Barquin, M. P. Zarza-Delgado y C. Serrano-Barquin. *Mujeres indígenas del Estado de México, Chiapas y Oaxaca*. 1ra. Ed. 19 p. México. Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal CE.