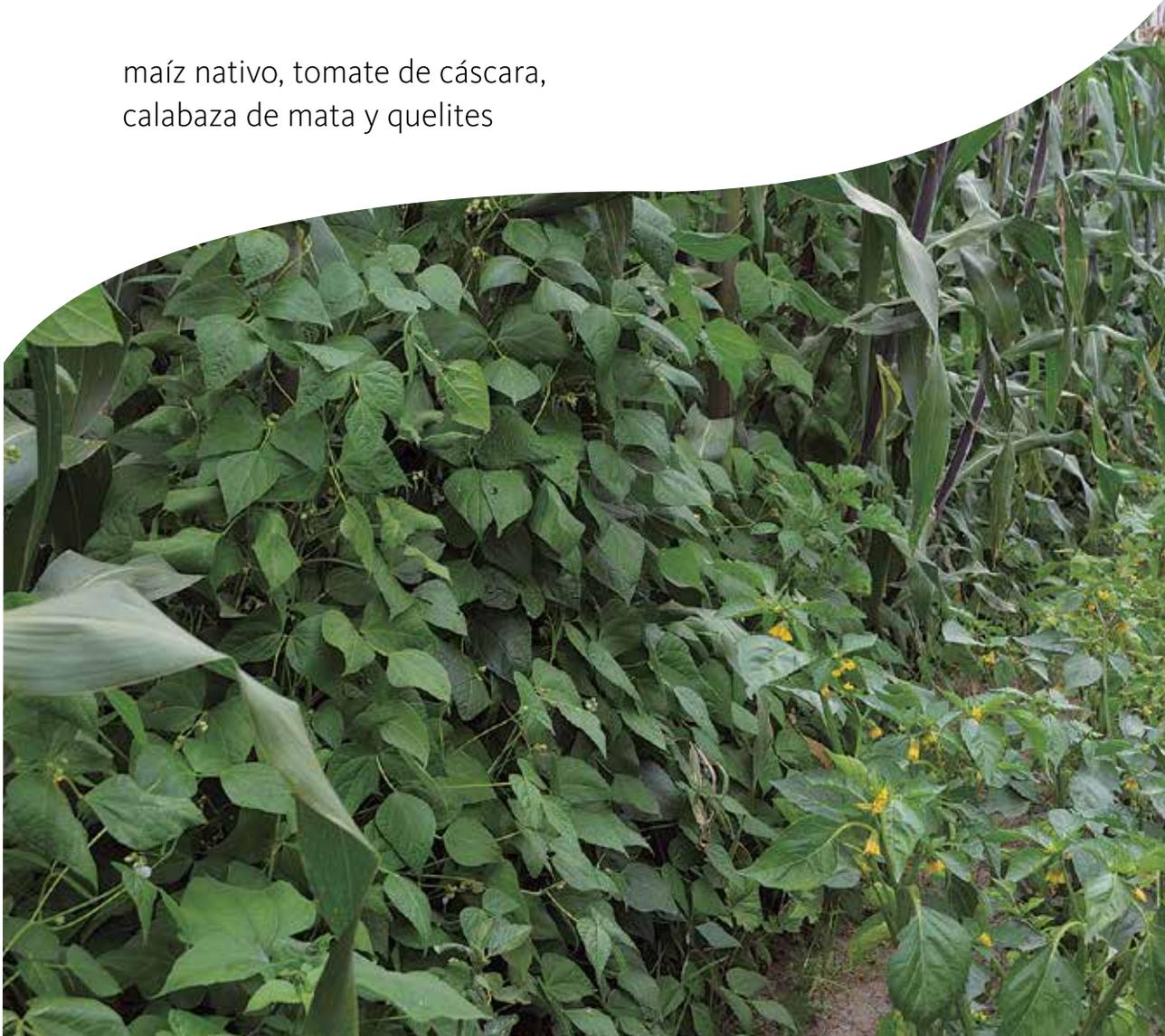


Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF:

maíz nativo, tomate de cáscara,
calabaza de mata y quelites





GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO

Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF:

maíz nativo, tomate de cáscara, calabaza de mata y quelites

D. R. © Primera edición: Universidad Intercultural del Estado de México, 2021.
Libramiento Francisco Villa s/n, col. Centro, C. P. 50640, San Felipe del Progreso,
Estado de México.

D. R. © Segunda edición: Universidad Intercultural del Estado de México, 2024.
Libramiento Francisco Villa s/n, col. Centro, C. P. 50640, San Felipe del Progreso,
Estado de México.

ISBN: 978-607-9094-15-7

CE: 228/01/01/24

- © Rocio Albino Garduño, Horacio Santiago Mejía, Eduardo Muñoz Ruíz, Antonio Turrent Fernández y José Isabel Cortés Flores por investigación y contenido.
- © Horacio Santiago Mejía por fotografía documental.
- © Dulce María Ávila Nájera por coordinación editorial.

Programa Presupuestario S247 Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) a la Dirección de Fortalecimiento Institucional (DFI) de la Dirección General de Educación Superior Universitaria e Intercultural (DGESUI), Convocatoria Consolidación a Universidades 2023.

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Queda prohibida su reproducción por cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y manipulación sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en los términos de la Ley Federal de Derechos de Autor y el Código Penal en materia de derechos de la propiedad intelectual. Se permite su reproducción parcial siempre y cuando se cite la fuente.



Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF:

maíz nativo, tomate de cáscara, calabaza de mata y quelites

Rocio Albino Garduño | Horacio Santiago Mejía
Eduardo Muñoz Ruíz | Antonio Turrent Fernández
José Isabel Cortés Flores



“Dedicado a campesinos, facilitadores y activistas
que cotidianamente trabajan para alimentar
a nuestro pueblo y defender la vida”



Contenido

Presentación	9
Ámbito de aplicación	10
Diseño de plantación en MIAF	12
Diseño de plantación de las especies anuales	13
Calendario agrícola de los cultivos anuales en MIAF	20
Preparación del terreno de cultivo	22
Maíz -frijol de guía	24
Escardas y fertilización	28
Tomate de cáscara	42
Calabaza de mata	48
Cempasúchil (<i>Tagetes erecta</i>)	54
Los quelites en la MIAF y sus beneficios	60
Manejo agroecológico de plagas en cultivos anuales de la MIAF	63
Manejo del fraile (<i>Macroductylus mexicanus</i>)	63
Manejo del chapulín de milpa (<i>Sphenarium</i> sp.)	67
Manejo de la conchuela del frijol (<i>Epilachna varivestis</i>)	70
Literatura citada	72



Presentación

La Universidad Intercultural del Estado de México se complace con la segunda edición del Manual: *Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF: maíz nativo, tomate de cáscara, calabaza de mata y quelites*, en el que se ofrecen recomendaciones técnicas con alternativas sustentables para el manejo de cultivos en condiciones de la agricultura campesina de clima templado.

Este manual tiene una gran pertinencia ya que toma como base los conocimientos tradicionales de las comunidades originarias mazahuas y otomíes e integra las innovaciones de investigaciones científicas realizadas en condiciones de la agricultura campesina en el norte del Estado de México.

La tecnología MIAF se caracteriza por fomentar la agrobiodiversidad, la soberanía alimentaria y la economía familiar. También se enfoca en proteger al suelo en laderas contra la erosión hídrica y eólica, en determinar el máximo potencial productivo de los maíces nativos y de las especies locales con las que se asocia o intercala.

Esta propuesta presenta recomendaciones sobre el manejo del maíz nativo, tomate de cáscara, calabaza de mata, cempasúchil y quelites en el sistema milpa intercalada con árboles frutales (MIAF). Las innovaciones tecnológicas presentadas en este manual son el fruto de la labor colectiva de investigación e incidencia, en las que han participado campesinos, estudiantes de licenciatura y posgrado, egresados y sus familias, así como investigadores (UIEM, COLPOS e INIFAP), actores gubernamentales y de la sociedad civil del año 2016-2023.

Mtro. Antolín Celote Preciado

Rector de la Universidad Intercultural del Estado de México



Ámbito de aplicación

El sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) es una plataforma tecnológica diseñada para la agricultura campesina en las provincias agronómicas o agrosistemas de mediana y alta productividad. Es un sistema de policultivo en franjas que tiene como especie principal al maíz nativo, intercalado con surcos de especies de porte bajo y franjas de árboles frutales; todos en curvas a nivel en terrenos de ladera. Se trata del rediseño de la milpa histórica en constante adaptación, basado en principios agronómicos, la inclusión de la agrobiodiversidad funcional local, prácticas agrícolas sustentables, los saberes y preferencias de las familias campesinas y el manejo biocultural de los espacios.

La MIAF tiene principios que la definen y se adaptan a cada región. Los aportes de este manual son las recomendaciones técnicas para el establecimiento del maíz nativo intercalado con cultivos de porte bajo (sotocultivos): tomate de cáscara, calabaza de mata y quelites (arvenses comestibles), probadas en parcelas campesinas en el norte del Estado de México en clima templado. Esta condición de cultivo se caracteriza por precipitaciones medias entre 500 y 1 000 mm anuales, temperatura media anual de 15° C y posee cuatro estaciones bien definidas. En la República Mexicana este clima ocurre en el 10.5 % del territorio nacional (Figura 1). Las recomendaciones presentadas surgen de trabajos de investigación y tesis realizadas en la Universidad Intercultural del Estado de México en colaboración con campesinos. Su aplicación ideal es local. La propuesta tecnológica incluye:

1. El uso de maíz nativo.
2. La intensificación en el uso de la tierra (rotación, intercalado, imbricación y asociación) desde la diversidad.
3. Prácticas agrícolas de bajo impacto ambiental.
4. Uso óptimo de insumos para evitar pérdidas que causen daño al ambiente y económicas.
5. Cultivo de especies de importancia alimenticia, cultural y comercial.
6. La integración de la ciencia agrícola y los saberes locales campesinos.



Figura 1. Superficie de la República Mexicana con clima templado subhúmedo.

En las comunidades de aprendizaje con campesinos del Estado de México, se solicitó a los investigadores del equipo MIAF la elaboración del presente manual para que las familias campesinas tengan a la mano los detalles técnicos de la implementación de los cultivos anuales. En otros manuales se especificará información de la MIAF sobre la pertinencia del sistema, su establecimiento y el manejo de los árboles frutales de clima templado (plantación, conducción, poda, fertilización, injertos y manejo de plagas).

Diseño de plantación en MIAF

Son dos los diseños de plantación del sistema MIAF recomendados, uno para laderas con pendiente entre 20-40 % y otro para parcelas con pendiente menor a 20 %. En terrenos con pendiente menor al 20 % un módulo MIAF es una franja de 14.4 m (18 surcos espaciados a 80 cm) de ancho, dividida en tres subfranjas contiguas de 4.8 m (6 surcos de 80 cm). La franja central es ocupada por una hilera de árboles frutales distanciados a 1 m entre sí y a una densidad de 694 árboles/ha. Las dos franjas laterales son ocupadas por surcos intercalados de las especies anuales. En laderas con pendiente entre 20-40 % un módulo MIAF mide 10.6 m de ancho, la franja central de árboles frutales ocupa 4.2 m y está flanqueada por una franja (a cada lado) de cuatro surcos de cultivos anuales (3.2 m) cada una. En ladera la densidad de árboles es de 943/ha (Cortés *et al.*, 2012).

Diseño de plantación de las especies anuales

Para terrenos en planicie (con pendiente menor al 20 %), cada módulo MIAF tiene seis surcos dedicados a la hilera de árboles frutales y doce surcos disponibles para la milpa (seis para el maíz y seis para los sotocultivos). Para terrenos en ladera (pendiente mayor al 20 %) cada módulo MIAF tiene ocho surcos disponibles para la milpa con especies anuales. Los surcos están alineados de forma paralela a la hilera de árboles. El diseño de la MIAF sugiere que en cada módulo se destine la mitad de los surcos de especies anuales para el maíz y la otra mitad para especies de porte bajo. Estas especies de porte bajo son llamadas sotocultivo en el diseño del sistema MIAF. Los sotocultivos que se recomiendan en este manual son: tomate de cáscara y calabaza de mata; aunque también se han probado chícharo, haba, brócoli, col y lechuga. Se ha probado la adaptación de estas especies en dos arreglos topológicos:

1. Intercalando dos surcos de maíz con un surco de calabaza de mata y uno de tomate de cáscara (Figuras 2 y 3).
2. Intercalando un surco de maíz con un surco de calabaza de mata o tomate de cáscara (Figura 4 y 5).



Compuesto por ocho surcos de especies anuales en el arreglo topológico: dos surcos de maíz-frijol de guía asociados, intercalados con uno de calabaza de mata y uno de tomate de cáscara.

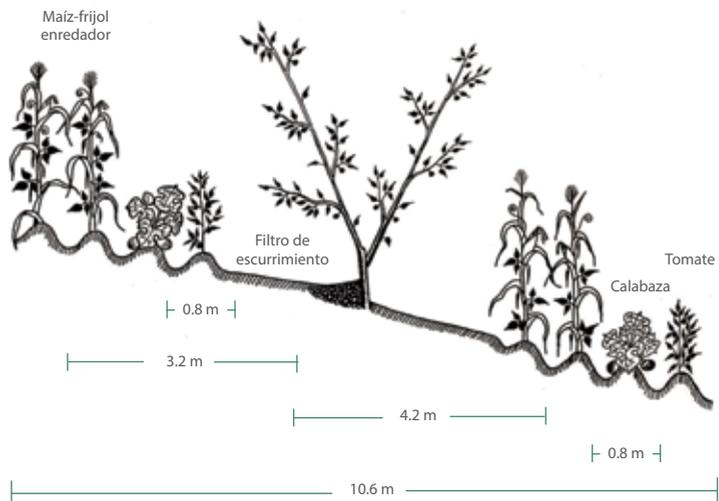


Figura 2. Vista lateral de un módulo MIAF en ladera, dos surcos de maíz-frijol de guía asociados.

- Dos surcos de maíz asociado con frijol de guía, intercalados con un surco de calabaza de mata y uno de tomate de cáscara.

📍 San Juan Coajomulco, Estado de México, ciclo P-V 2019.



Figura 3. Cultivos anuales en el sistema MIAF.



Compuesto por ocho surcos de especies anuales en el patrón: un surco de maíz asociado con frijol de guía con un surco de calabaza de mata o tomate de cáscara.

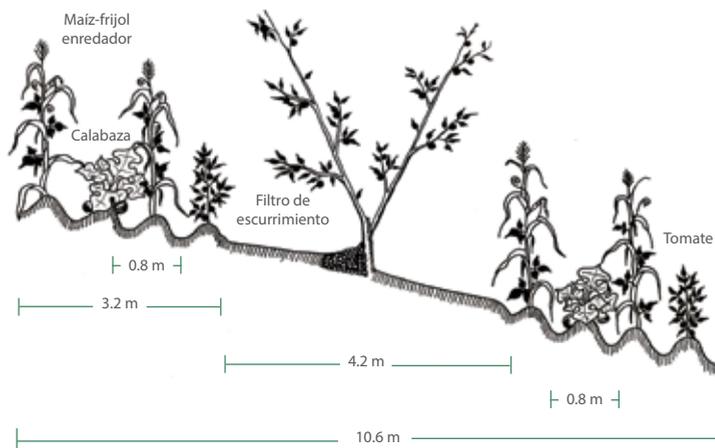


Figura 4. Vista lateral de un módulo MIAF en ladera, un surco de maíz asociado con frijol de guía.

- Cultivos anuales MIAF en el patrón: un surco de maíz con un surco de calabaza de mata o tomate de cáscara.

📍 Parcela de Vidal Padilla, San Pedro el Rosal, Atlacomulco, Estado de México, ciclo P-V 2020.



Figura 5. Cultivos anuales en el sistema MIAF.

La Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) es un indicador que compara los rendimientos obtenidos de las especies en policultivo con los obtenidos en monocultivo, en las mismas condiciones de cultivo. Para obtener la ERT se debe obtener eficiencia relativas parcial de cada especie a partir de la división del rendimiento de la especie en policultivo entre el rendimiento obtenido de la especie en monocultivo. La eficiencia relativa parcial de cada especie se suma para dar la ERT, con la siguiente fórmula:

$$ERT = \sum (Y_{pi} / Y_{mi})$$

Donde

Y_p: es el rendimiento de cada cultivo o variedad en el cultivo intercalado o policultivo.

Y_m: es el rendimiento de cada cultivo o variedad en el cultivo único o monocultivo.

Un valor de **ERT** de **1.0**, indica que no hay diferencia en el rendimiento entre los cultivos intercalados y el monocultivo de la misma especie.

Los sotocultivos permiten la entrada de radiación solar a los laterales de las plantas de maíz-frijol; lo cual incrementa el rendimiento y la calidad del maíz sin aumentar la dosis de fertilización o los insumos de producción (Albino *et al.*, 2015). Cuando se intercala un surco de maíz con uno de sotocultivo (Figura 5), tanto en condiciones de riego como en temporal, el rendimiento del maíz es mayor que cuando se intercalan dos surcos (Padilla, 2021). La razón es que, cuando se intercala un surco de maíz con uno de porte bajo, todas las hojas de la planta de maíz reciben más radiación solar que como cultivo simple. Sin embargo, no solo se

cultiva maíz, entonces el análisis productivo del sistema debe contemplar el aporte de las otras especies. Así, cuando se suman los rendimientos de todas las especies del sistema, es mejor el arreglo de dos surcos intercalados de maíz con dos de sotocultivo (Figura 3). En cualquiera de estas dos formas de cultivar intercalado, los rendimientos de las especies son mayores que cuando se cultivan solos y sin intercalar como monocultivos. Así lo confirman las investigaciones realizadas en el Norte del Estado de México. Los valores de ERT (Eficiencia Relativa de la Tierra) que se presentan en el Cuadro 1 mayores a 1, demuestran mayor rendimiento de las especies cuando se intercalan que cuando se cultivan en monocultivo, tanto en riego como en temporal. El valor de ERT de 2.78 y 1.64 indica que necesitaríamos cultivar 2.78 ha o 1.64 ha de los cultivos simples (monocultivo), en temporal y riego respectivamente, para alcanzar el rendimiento que se obtiene en 1.0 ha al intercalar dos surcos de maíz con dos de sotocultivo (calabaza de mata y tomate de cáscara). En este manual las recomendaciones están enfocadas en el arreglo de plantación de dos surcos de maíz intercaladas con dos de sotocultivo.

Para el cultivo de las especies anuales en MIAF se practican varios patrones de policultivo simultáneos: intercalado, asociación, microrrotación y relevo. Estos patrones permiten maximizar el uso del espacio de cultivo y el tiempo, pues cada especie tiene un ciclo de cultivo diferente. En MIAF se intercalan las franjas de los árboles frutales con las especies anuales y también se intercalan los surcos de especies anuales diferentes en cada surco. Así se ha evidenciado un mejor aprovechamiento de la radiación solar y los recursos del suelo. La asociación se practica con maíz-frijol de guía sembrado en la misma mata o golpe, en la misma fecha de siembra. Al incluir el frijol asociado con maíz, tal como ocurre en la milpa histórica, se fija nitrógeno al suelo, se diversifican las especies del sistema y la dieta de la familia. La microrrotación se practica anualmente en la MIAF: en los surcos que se cultiva maíz-frijol de guía en un año, al siguiente se establecen los sotocultivos y donde se sembraron sotocultivos en un año, al siguiente se siembra el maíz-frijol

de guía. Se ha documentado que la rotación de los cultivos regula la emergencia de plagas, pues cada año se perturba el ciclo de vida de las plagas o enfermedades al cambiar la especie cultivada.

Además, se estima que el nitrógeno que fija el frijol de guía queda disponible para los sotocultivos que se sembrarán al siguiente año en ese espacio. Entonces, se considera conveniente que cada año se debe hacer microrotación del maíz-frijol de guía con los sotocultivos. También, se ha experimentado el relevo de las especies cultivadas en MIAF cuando: hay posibilidad de agua para hacer riegos de auxilio o cuando el periodo de lluvias es favorable. El relevo se ha hecho con sotocultivos de ciclo corto. Esto es posible si se establecen los sotocultivos antes que inicie el ciclo de lluvias y se darían riegos de auxilio mientras tanto. Así, cuando se termina el ciclo de cultivo de una especie, se quita y se establece otra en su lugar que terminaría su ciclo con la cosecha del maíz. El cempasúchil relevando a la calabaza de mata es una opción ya evaluada.

En este manual recomendamos cultivar las especies locales o de interés local. Las especies de la región están adaptadas al clima y al suelo. Al cultivar especies de otras regiones se tiene que cambiar las condiciones de la parcela para que prosperen.

Para la seguridad alimentaria de la familia campesina, el maíz es la especie más importante del sistema MIAF y se recomienda usar el maíz nativo que exista en la región. Cortés *et al.* (2012), sugiere que en los casos en que no se pueda usar el maíz nativo, puede usarse algún genotipo mejorado, que también haya mostrado potencial de producción y aceptación por parte de los agricultores, y/o recomendados por instituciones de investigación y de enseñanza en ciencias agrícolas. En este manual hay recomendaciones para el uso de tomate de cáscara y calabaza de mata. Queda pendiente evaluar en el sistema MIAF la adaptación de otras especies de sotocultivo para clima templado, en especial hortalizas diversas de ciclo corto.

Milpa intercalada	Temporal			Riego		
	Rendimiento	ERT Parcial	ERT Final	Rendimiento	ERT Parcial	ERT Final
Maíz + rastrojo en MMTC† p	2.7±0.5 + 2.7±0.5	0.54		3.7±0.4 + 6.1±0.6	0.57	
Tomate de cáscara en MMTC† §	1.9±0.0	0.19	2.24	8.4±0.2	0.21	1.08
Calabaza de mata en MMTC† §	5.9±2.5	1.51		15.1±0.3	0.30	
Maíz + rastrojo en MTMC¶ p	3.0±0.5 + 4.7±1.1	0.76		3.2±0.5 + 4.8±0.9	0.46	
Tomate de cáscara en MTMC¶ §	1.4±0.4	0.14	1.10	7.2±1.0	0.18	0.86
Calabaza de mata en MTMC¶ §	0.8±0.4	0.20		11.1±1.2	0.22	
Maíz + rastrojo en monocultivo π	4.5±0.5 + 5.6±0.9	1.0	1.0	7.1±1.2 + 10.0±1.6	1.0	1.0
Tomate de cáscara en monocultivo π	10.1±1.5	1.0	1.0	40.5±2.4	1.0	1.0
Calabaza de mata en monocultivo π	3.9±1.2	1.0	1.0	50.5±9.1	1.0	1.0

Cuadro 1. Rendimientos y Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) en MIAF.

Los valores son promedio de seis muestras ± ES. Rendimientos obtenidos con la dosis de fertilización 163-60-40-3600 kg de N-P-K-Materia Orgánica ha⁻¹. †MMTC = dos surcos de maíz intercalados con uno de tomate de cáscara seguido por uno de calabaza de mata. ¶MTMC = un surco de maíz intercalado con uno de tomate de cáscara seguido por uno de maíz con calabaza de mata. § = rendimiento observado en 0.25 ha. p = rendimiento observado en 0.5 ha. π = rendimiento observado en 1 ha. Tomate: en riego la cosecha inició a los 62 días después del trasplante (ddt) y culminó cuando se cortaron las plantas a los 117 ddt, en temporal inició a los 74 ddt y culminó de manera natural a los 144 ddt. Calabaza: en riego la cosecha inició 64 días después de la siembra (dds) y culminó cuando se cortaron las plantas a los 119 dds, en temporal la cosecha de calabaza inició a los 80 dds y finalizó de manera natural a los 151 días dds. En condiciones de temporal, la calabaza tuvo plaga de chapulín y presencia de heladas, se observó mayor daño en el monocultivo respecto a los intercalados. El efecto del cultivo intercalado en la disminución de daño por plagas y por las heladas, respecto al monocultivo, necesita ser evaluado. Tomado de: Padilla, 2021.



Calendario agrícola de los cultivos anuales en MIAF



Durante casi todo el año hay actividades en la parcela MIAF, algunas de ellas para frutales y otras para los cultivos anuales. Aquí mostramos el calendario de actividades para los cultivos anuales (Figura 6). En las recomendaciones de manejo de cada especie se incluyen las actividades a realizar para cada una.

Figura 6. Calendario de actividades agrícolas para especies anuales en el Sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales en clima templado y temporal.



Calendario de actividades agrícolas para especies anuales MIAF en clima templado y temporal

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Siembra de maíz-frijol enredador 				■								
Control biológico de conchuela 						■	■					
Cosecha de maíz y frijol 											■	
Primera escarda y fertilización 					■							
Segunda escarda y fertilización 						■						
Siembra en almácigo de tomate 				■								
Trasplante de tomate 					■							
Fertilización de tomate 					■							
Tutoreo de tomate 						■						
Fertilización de tomate 							■					
Cosecha de tomate 							■	■	■			
Siembra directa de calabaza* 					■							
Primera fertilización de calabaza 						■						
Segunda fertilización de calabaza 							■					
Cosecha calabaza 							■	■	■			
Siembra en almácigo de compasúchil 						■						
Trasplante de compasúchil 							■					
Cosecha de compasúchil 										■		
Barbecho y rastra 			■									■
Deshierbe 						■	■		■	■		
Canícula 							■	■				

* Considerando que hay humedad residual en el suelo.

➤ Datos de experimentación con maíz nativo cónico del año 2017 a 2021.

📍 San Juan Coajomulco, Santa Rosa de Lima, Ganzdá y Ejido la Cabecera, Estado de México.

Preparación del terreno de cultivo

Las labores previas a la siembra son el barbecho y la rastra. En el sistema MIAF la escarda tienen la función de:

1. Formar paulatinamente las terrazas mediante la labranza (en terrenos con pendiente mayor a 20 %).
2. En suelos con humedad residual, conservar la humedad del ciclo anterior.

El barbecho y la rastra conservan la humedad para sembrar maíces de ciclo largo; los cuales son más rendidores que los de ciclo corto (Cortés *et al.*, 2012). Estas labores se hacen con yunta o tractor según las condiciones lo permitan. Lo más importante es realizar las labores en el momento oportuno.

En el Estado de México el barbecho (Figura 7) y la rastra se hacen en dos momentos: después de levantar la cosecha y antes de la siembra. Después de la cosecha el arado rompe los terrones o agregados del suelo y la rastra (Figura 8), cubre los poros del suelo para evitar la evaporación de la humedad. Esta labor se hace lo más pronto posible después de la cosecha (entre noviembre y diciembre) (Figura 6), o si se espera alguna lluvia de invierno para conservar la humedad en el suelo. En temporal, se aprovecha alguna lluvia temprana para hacer la labor una semana antes de la siembra (entre marzo y abril) y deja “asentar” la tierra unos días antes de la siembra. En terrenos con punta de riego se espera a que el suelo llegue a capacidad de campo para hacer la escarda, rastra y posteriormente el trazado de surcos para la siembra.

San Juan
Coajomulco, Estado
de México, ciclo P-V
2020.



Figura 7. Barbecho, previo a la siembra de temporal.

San Juan
Coajomulco, Estado
de México, ciclo P-V
2020.



Figura 8. Rastra, previa a la siembra de temporal.

Maíz–frijol de guía

» Siembra

En terrenos de temporal se siembra maíz blanco, amarillo, azul y rosado desde abril y hasta la primera semana de mayo (Figuras 9 y 10). Los maíces blancos y amarillos se siembran en abril y los azules y rosados en el mes de mayo pues tienen ciclo más corto. La siembra con punta de riego se hace en febrero-marzo, de acuerdo a cada tipo de suelo particular. En suelos (fluvisoles y planosoles) de la región Ixtlahuaca y San Felipe del Progreso, se utiliza tractor o tracción animal para el trazado de los surcos, coa y pala recta para la siembra. En suelos (andosoles) de San Felipe del Progreso, San José del Rincón y El Oro, llamados *polvilla* se siembra con yunta y azadón. En todos los suelos de la región usan el cono del arado para sembrar, esto requiere de personas experimentadas para sembrar con precisión (Figura 10).



En estos suelos la humedad del suelo se pierde con facilidad, por eso, se siembra en las primeras horas del día, esta es una

labor familiar precisa y coordinada, al finalizar, se cubre el surco sembrado con un azadón de madera o con un tablón (Figura 11). En esta primera fecha se siembra el maíz y el frijol de guía, pero se trazan todos los surcos para asegurar que quepan 8 surcos entre las hileras de árboles en ladera y 12 en planicie.



Calendario de actividades agrícolas para maíz-frijol en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales en clima Templado

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Siembra de maíz-frijol enredador 				■	■							
Control biológico de conchuela 						■	■					
Cosecha de maíz y frijol 											■	■
Primera escarda y fertilización 					■	■						
Segunda escarda y fertilización 							■	■				
Barbecho y rastra 											■	■
Deshierbe 						■	■	■	■			
Canícula 							■	■				

Figura 9. Calendario de actividades agrícolas para maíz-frijol enredador en MIAF de clima templado y temporal.

* Considerando que hay humedad residual en el suelo.

➤ Datos de experimentación con maíz nativo cónico del año 2017 a 2021.

📍 San Juan Coajomulco, Santa Rosa de Lima, Ganzdá y Ejido la Cabecera, Estado de México.

- Siembra de maíz nativo cónico usando el cono del arado. Parcela MIAF de la familia Téllez Hernández.

📍 San Pablo Tlalchichilpa, San Felipe del Progreso, Estado de México, ciclo P-V, temporal, 2020.



Figura 10. Siembra de maíz nativo cónico.

- Suelos andosoles.

📍 San Miguel la Labor, San Felipe del Progreso, Estado de México, ciclo P-V 2018.



Figura 11. Siembra de maíz-haba con azadón.

El ancho de los surcos en el sistema MIAF es de 80 cm. En el mismo surco se siembra maíz y frijol asociado (Figura 12). El maíz nativo cónico responde bien a la densidad de 62 500 plantas ha^{-1} de cultivos anuales. Esta densidad corresponde a tres plantas de maíz cada 60 cm sobre el surco. La densidad del frijol de guía recomendada es de 20 833 plantas ha^{-1} . Para ello se requiere una mata de maíz con 2 plantas de frijol, en la siguiente mata sólo maíz de manera alternada; es decir, una mata con maíz-frijol de guía y en la siguiente solo maíz; así sucesivamente.

- Maíz-frijol de guía intercalado con tomate de cáscara como sotocultivo. Parcela, con punta de riego, manejada por Eduardo Muñoz Ruíz.

📍 Ejido La Cabecera, San Felipe del Progreso, Estado de México, ciclo P-V 2017.



Figura 12. Maíz-frijol de guía.

Escardas y fertilización

» Primera escarda y fertilización

La primera escarda se realiza alrededor de un mes después de la siembra, generalmente esta labor se da en el mes de mayo en el clima templado (Figura 9). El momento de la escarda lo determina la humedad del suelo que permite formar el surco sin que regrese el suelo al fondo del mismo. La función principal de la escarda es acercar suelo a la base del maíz para evitar el acame y controlar las arvenses que emergen en la milpa. La primera escarda es buen momento para la primera fertilización del maíz y para el trasplante de los sotocultivos, pues el paso del arado deja listo el suelo para hacerlo. El orden de las actividades de esta labor es:

1. Se fertiliza los surcos de maíz-frijol de guía.
2. Se pasa el arado remarcando los surcos, incluyendo los espacios de sotocultivos.
3. Se “destapan” las plantas que quedaron enterradas o con ayuda de un azadón, se escardan los espacios que la yunta o tractor no pudo hacer.
4. Se trasplantan los sotocultivos en los espacios que les corresponde.

La mayoría de los suelos de la agricultura campesina se encuentran degradados; eso quiere decir que no están protegidos contra la erosión, han perdido los horizontes más fértiles, existe mucha escorrentía de agua y poca infiltración, tienen poca materia orgánica y usan maquinaria inadecuada. La maquinaria que se usa en la agricultura campesina está diseñada para la agricultura industrial, eso trae consecuencias en una excesiva roturación y compactación del suelo, la eliminación de las barreras vivas para facilitar su movilidad en unidades productivas muy pequeñas. Lo anterior ha resultado en suelos con una baja fertilidad. Aunado a lo

anterior se suma la situación socioeconómica del campesino, bajos rendimientos, bajos ingresos, baja disponibilidad de mano de obra. Recuperar la fertilidad y productividad de estos suelos requiere de inversiones económicas muy altas (protección contra la erosión, mecanización adecuada para unidades productivas pequeñas y con base en los policultivos, incorporación de grandes cantidades de materia orgánica y establecimiento de barreras vivas). Otra estrategia que parte de la realidad campesina es la recuperación gradual y a largo plazo. Ante esto, se ha explorado en investigaciones de cinco años, tres tipos de fertilización:

1. Sólo con fertilizantes minerales.
2. Sólo orgánica.
3. Mixta (fertilizantes minerales combinados con estiércoles precomposteados).

La que ha dado mejores rendimientos e ingresos a la familia campesina es la fertilización mixta.

Un fertilizante es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, capaz de proporcionar a las plantas uno o más de los elementos químicos esenciales para su desarrollo normal (Salgado *et al.*, 2012). Los fertilizantes que se encuentran con facilidad y que se usan en el Estado de México son: estiércol precompostado de animales de traspatio (vacas, borregos, gallinas y conejos, entre otros), urea, cloruro de potasio y superfosfato de calcio triple (Figura 13). Estos fertilizantes minerales son fuente principal de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), los tres elementos que más necesitan las plantas, además de los 11 esenciales restantes; en total la planta necesita 14 minerales y O, H y C. Se pueden utilizar otros fertilizantes, solo hay que asegurar que tengan los tres nutrimentos que la planta más requiere (N, P y K). La cantidad usada cambia en cada región, por eso en el Cuadro 2 hay un resumen de las dosis probadas en diferentes suelos. La fertilización con estos elementos se realiza en dos momentos:

1. En la primera fertilización se coloca una tercera parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio requerido.
2. En la segunda fertilización se coloca el nitrógeno restante (2/3 partes).

Se administra de esta forma porque el fósforo y el potasio tienen liberación más lenta y la mayor parte de nitrógeno se coloca en la fase de mayor crecimiento del maíz. La primera fertilización puede hacerse en la siembra sólo si hay buena humedad en el suelo, en este manual se recomienda en la escarda, pues la mayor parte de parcelas experimentadas practican agricultura de temporal y la primera escarda es cercana a las primeras lluvias del ciclo de cultivo. Es ideal que el suelo tenga humedad para facilitar la absorción de nutrientes y éstos no se pierdan. El fertilizante se aplica en banda o continuo a lo largo del surco. Cortés *et al.* (2012), sugieren que en laderas con pendientes abruptas, la aplicación de fertilizante sea a media luna, por el lado de arriba de cada mata.



A) Estiércol precompostado de animales de traspatio.



B) Urea [$(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$, (46:00:00)]



C) Cloruro de potasio
(KCl, 00:00:60)

D) Súper fosfato de calcio triple
(Ca (NH₂PO₄)₂, 00:46:00)

Figura 13. Fertilizantes.

La dosis de fertilización óptima cambia en cada región y cada tipo de suelo. Se sugiere que el estiércol que se use para fertilizar no sea fresco; sino que haya pasado por un proceso de precompostaje o maduración. En el Cuadro 2 se especifican las cantidades sugeridas de cada fertilizante y materia orgánica (estiércol precompostado), por hectárea o incluso por tramo de 5 m lineales de surco. Para saber la cantidad requerida en la superficie de la parcela se tendría que multiplicar lo requerido en 5 m lineales por los metros que se sembrarán y mezclar los fertilizantes (Figura 14).



Dosis de fertilización para algunos cultivos anuales, probadas en el sistema MIAF en comunidades del Estado de México

Comunidad	Suelo	Nombre local	Cultivo	Dosis recomendada (kg de N-P-K ha ⁻¹ + ton ha ⁻¹ de estiércol)	1ª fertilización		2ª fertilización		
					Urea (g)	Sperfosfato triple (g)	Cloruro de potasio (g)	Estiércol (kg)	Urea (g)
^{1,2} San Juan Coajomulco, Jocotitlán	^a Luvisol	Barroso	Maíz nativo cónico-frijol de guía y ³ calabaza	163-60-40 + 7.2	47	52	27	2.9	94
			⁴ Tomate de cáscara	103-60-40 + 3.6	30	52	27	1.4	60
^{5,6} Ejido la Cabecera, San Felipe del Progreso	^b Planosol	Pejo	Maíz nativo cónico-frijol de guía	100-40-40 + 10	29	35	27	4.0	58
			⁴ Tomate de cáscara	105-35-40 + 10	30	30	27	4.0	61
			³ Calabaza italiana	120-80-00 + 10	35	70	00	0.0	70

Cuadro 2a. Dosis de fertilización para algunos cultivos anuales, probadas en el sistema MIAF en comunidades del Estado de México.

¹ San Juan Coajomulco: ladera mayor al 20 %, temporal; características del suelo: pH = 5.5, materia orgánica 3.1 %, densidad = 0.64 gcm⁻³, nitrógeno = 0.17 %, fósforo = 31.9 mgKg⁻¹. ² Resultados experimentales del ciclo de cultivo P-V 2019 (Padilla, 2021).^{a, b} = (INEGI, 2009).³ Grey Zucchini. Marca Westar Seeds International Inc. ⁴Tomate (*Physalis ixocarpa*) 'Héctor'. ⁵ Ejido la Cabecera: ladera mayor al 20 %, punta de riego; características del suelo: pH = 6.0, materia orgánica= 3.7 %, nitrógeno = 0.10 %, CIC = 19.19 Cmol kg⁻¹, clase textural arcillosa (arcilla = 43.2 %, limo = 27.3 % y arena = 29.5 %). ⁶Promedios de resultados experimentales de cinco años de cultivo: del año 2015 al 2017 (Muñoz-Ruiz, 2018) y 2018-2019 (Bartolo-Poctzin, 2021).



Dosis de fertilización para algunos cultivos anuales, probadas en el sistema MIAF en comunidades del Estado de México

Comunidad	Suelo	Nombre local	Cultivo	Dosis recomendada (kg de N-P-K ha ⁻¹ + ton de estiércol)	1ª fertilización		2ª fertilización		
					Urea (g)	Sperfosfato triple (g)	Cloruro de potasio (g)	Estiércol (kg)	Urea (g)
^{7,8} San Pedro el Rosal, Atlacomulco	^c Luvisol	⁹ Mbajom'u	Maíz nativo cónico	193-80-40 + 1.8	56	70	27	0.7	112
			¹⁰ Calabaza italiana	163-60-40 + 3.6	47	52	27	1.4	94
			¹¹ Tomate de cáscara	103-60-40 + 3.6	30	52	27	1.4	60
^{12,13} Ganzda, Acambay	^d Luvisol crómico	Polvilla	Maíz nativo cónico-frijol bayocote	250-170-40 + 20	72	148	27	8.0	145
^{14,15} Santa Rosa de Lima, El Oro	^e Andosol	Polvilla	Maíz nativo cónico	120-80-40 + 20	35	70	27	8.0	70

Cuadro 2b. Dosis de fertilización para algunos cultivos anuales, probadas en el sistema MIAF en comunidades del Estado de México.

⁷ San Pedro el Rosal: planicie, riego; características del suelo: pH = 7.7, densidad = 0.83 gcm⁻³, Nitrógeno = 0.4 %, fósforo = 59.5 mg Kg⁻¹, CIC = 28.8 Cmol kg⁻¹. ⁸ Resultados experimentales del ciclo de cultivo P-V 2019 (Padilla, 2021). ^{c,d,e} = (INEGI, 2009). ⁹ en lengua mazahua: tierra colorada ¹⁰. Grey Zucchini. Marca Westar Seeds International Inc. ¹¹ Tomate (*Physalis ixocarpa*) 'Héctor' ¹² Ganzda: ladera mayor al 20 %, temporal, suelo altamente degradado; características del suelo: pH = 5.7, materia orgánica = 0.81 %, densidad = 1.32 gcm⁻³, nitrógeno = 0.04 %, fósforo = 15.18 mgKg⁻¹, CIC = 8.45 Cmol kg⁻¹, clase textural franco arenoso (arena 53.0 %, limo = 35.7 % y arcilla = 11.3 %) ¹³ Resultados experimentales del ciclo de cultivo P-V 2018 (Juan-García, 2018) ¹⁴ Santa Rosa de Lima: ladera, temporal; características del suelo: pH = 6.3, densidad = 1.43 gcm⁻³, materia orgánica: 3.43 %, nitrógeno = 0.14 %, fósforo = 25.24 mg Kg⁻¹, CIC = 23.2 Cmol kg⁻¹, clase textural franco arcilloso ¹⁵. Resultados experimentales del ciclo de cultivo P-V 2018 (Silva-Arellano, 2016).

➤ Mezcla de los fertilizantes (urea, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio) usados en la primera fertilización de maíz. En la foto se observa a Isaías Valdés y Yazmín Ramírez mezclando los fertilizantes.

📍 San Juan Coajomulco, Jocotitlán, Estado de México, 2019.



Figura 14. Mezcla de fertilizantes.

Para los datos del Cuadro 2 se calculó la cantidad requerida en 5 m lineales, pues su aplicación manual se facilita en esta distancia. Solo se tendría que calibrar los pasos para la medida de 5 m y tener una medida de la mezcla de los fertilizantes (Figura 15). Para hacer la medida de los fertilizantes minerales se tiene que sumar la cantidad requerida en la primera fertilización de la superficie cultivada, mezclar los fertilizantes, hacer una medida de la mezcla y aplicar a lo largo del surco. Lo mismo se hace para la aplicación de la materia orgánica; hay que hacer una medida en una cubeta que corresponda a lo requerido en los metros lineales del surco (Figura 16) y aplicar a lo largo del surco (Figura 17).



Figura 15. Ejemplo de la medida y pesado de la mezcla de fertilizantes minerales usados en cinco metros de surco en la primera fertilización de cultivos anuales.



Figura 16. Ejemplo de medida y pesado de estiércol precompostado usados en la primera fertilización de cultivos anuales. Esta medida (5.12 kg) se utilizó en cuatro metros de surco y corresponde a 16 ton de materia orgánica en 1 ha.

- Aplicación de estiércol precompostado a lo largo del surco, antes de la escarda y trasplante de sotocultivos. En la foto se observa a Gustavo en la parcela de la familia Muñoz Ruíz.

📍 Ejido la Cabecera, San Felipe del Progreso, Estado de México, ciclo P-V 2019.



Figura 17. Aplicación de estiércol precompostado.

- Distribución del sistema radical de maíz (raíces blancas) 'H 155' y frijol 'Negro 8025' (raíces de la planta central en color marrón) intercalados a los 71 días después de la siembra.



Figura 18. Distribución del sistema radical de maíz y frijol 'Negro 8025'.

Para aprovechar los fertilizantes se sugiere su aplicación a lo largo del surco, no en la base de la planta. Comúnmente se fertiliza en la base de la planta, pero las raíces están distribuidas ampliamente y la eficiencia de los fertilizantes es mejor cuando se distribuyen en el surco (Figura 18). Las raíces de maíz híbrido H-155 llegan a 85 cm de profundidad y lateralmente ocupan un diámetro de 150 cm por planta de maíz, cuando se intercalan en razón de uno o dos surcos de sotocultivo por dos de maíz (Albino *et al.*, 2015). Mientras que los sotocultivos, como el frijol arbustivo 'Negro 8025' puede profundizar sus raíces hasta 60 cm.

» Segunda escarda y fertilización

La segunda escarda se realiza normalmente tres semanas después de la primera escarda. En esta labor se hace la segunda fertilización al maíz-frijol asociado. En la primera fertilización se aplicó materia orgánica al suelo, una parte de nitrógeno y todo el fósforo y potasio. En esta segunda fertilización se aplican las 2/3 partes del nitrógeno restantes; es decir la mayor cantidad de urea.

Este momento de fertilización es importante pues la planta está en la etapa de mayor crecimiento y diferenciación, próxima a la floración. La adecuada disponibilidad de nitrógeno en la planta se refleja en buenos rendimientos y calidad proteica del grano de maíz. Para conocer la cantidad de urea requerida hay que multiplicar los metros lineales que se fertilizarán por la cantidad de urea recomendada (Cuadro 2). La aplicación se hace a lo largo del surco, con la medida de fertilización que se hizo previamente (Figura 19). Después se pasa el arado para la escarda que arriará suelo al surco y tamará el fertilizante. Hay que tener cuidado en "destapar" las plantas de maíz que quedaron bajo el suelo o dobladas.



Figura 19. Segunda fertilización con urea, en el cultivo de maíz-frijol.

» Deshierbe

En la modalidad propuesta se recomienda el deshierbe manual. Evitamos el uso de herbicidas que acaban con las especies comestibles como los quelites, causan daños a la salud de quienes cultivan y a todos los seres vivos de la milpa. El deshierbe es la actividad que requiere más jornales en el sistema de cultivo; sin embargo, se saca provecho de las plantas que crecen en la milpa. Se utilizan como forraje o comestibles (quelites).

Además de las dos escardas realizadas con maquinaria o yunta, hay dos periodos de deshierbe separados por la canícula. El primer deshierbe se hace entre la última semana de mayo y la segunda semana de julio (Figura 19). La hierba cortada en este periodo evita la competencia del cultivo por los nutrientes y la luz; por lo que la hierba se tiene que cortar o arrancar cuando este pequeña (Figura 20). En este periodo ocurre el mayor aprovechamiento de plantas comestibles (quelites).

- Etapa del primer deshierbe manual, después de la segunda escarda.

📍 San Juan
Coajomulco,
Jocotitlán.



- Deshierbe de la milpa con azadón tipo deshierbador.

📍 San Juan
Coajomulco,
Jocotitlán.



Figura 20. Etapa del primer deshierbe manual.

Después del primer deshierbe manual viene la canícula. Durante este periodo, de aproximadamente 40 días, hay temperatura alta y escasez de lluvia. La hierba residual del primer deshierbe manual o que germinó en este periodo de la canícula se ocupa como forraje y quelites. Los campesinos no recomiendan cortar la hierba en este periodo por dos razones:

1. Los animales se enferman si la consumen.
2. Las plantas no tienen tanta biomasa para satisfacer al ganado.

El segundo periodo de deshierbe se hace entre agosto y septiembre. Estas arvenses se aprovechan muy bien por los animales (Figura 21). Con estos recursos, el sistema MIAF es altamente compatible con la incorporación de animales de traspasto. La hierba de la milpa es para los animales y el estiércol de los animales va a la milpa.

➤ El Sr. Pablo González de Jesús con una carga de forraje de la milpa.

📍 San Juan Coajomulco, Jocotitlán.



➤ Becerro alimentándose de arvenses de la milpa.

📍 San Antonio la Ciénega, San Felipe del Progreso.



Figura 21. Arvenses de la milpa usadas como forraje.

» Cosecha y almacenamiento del maíz

La cosecha del maíz de ciclo corto (azules y rosados) y largo (blancos y amarillos) se hace en el mes de noviembre y diciembre (Figura 9). En superficies pequeñas la cosecha se hace generalmente manual. Las mazorcas cosechadas se exponen al sol para eliminar la humedad hasta dejarla cercana al 14 % en el grano. Las mazorcas se desgranar eliminando los granos de maíz en mal estado, generalmente para los animales y seleccionando las semillas.

Para la selección de la semilla también se sugiere marcar las plantas con el porte deseado. El grano y la semilla pueden almacenarse en recipientes herméticos. Se recomienda encender una veladora al cerrar el contenedor para que elimine el oxígeno, cuando se acabe el oxígeno la veladora se apagará. Sin oxígeno en el contenedor las plagas del grano de maíz perecen.

Tomate de cáscara

En el sistema MIAF en clima templado, se ha probado el cultivo del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) variedad 'Héctor' y 'manzano' con el manejo que aquí se describe. Las labores previas al trasplante de tomate de cáscara en MIAF son el barbecho, rastra y surcado. Estas labores se realizan en la superficie de los cultivos anuales para todas las especies. Es muy recomendable que coincida la escarda (primera o segunda) del maíz con el trasplante del tomate de cáscara, pues se aprovecha el paso del arado que afloja el surco. Es decir, la escarda del maíz coincide con el trasplante del tomate de cáscara (Figura 22).

Se recomienda germinar la semilla con un mes de anticipación a su trasplante. Lo ideal es sembrar los almácigos de tomate de cáscara en la primera semana de abril y trasplantar en la primera semana de mayo (Figura 22). Para la germinación se recomienda usar sustrato comercial (*peat moss*) o prepararlo con recursos locales, se necesita alrededor de 1 kg por cada charola germinada. Para preparar el sustrato se puede hacer una mezcla de 2/3 de materia orgánica + 1/3 de material poroso que retenga la humedad (como tepojal, tezontle o agrolita). Los dos materiales se pasan por una criba fina antes de ponerlo en la charola de germinación. Para germinar el tomate de cáscara se recomiendan las charolas de 200 cavidades que dan buen tamaño de cepellón (Figura 23 A y B).





Calendario de actividades agrícolas para tomate en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales en clima Templado

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Siembra en almácigo de tomate 												
Trasplante de tomate 												
Fertilización de tomate 												
Tutoreo de tomate 												
Fertilización de tomate 												
Cosecha de tomate 												
Barbecho y rastra 												
Deshierbe 												
Canícula 												

Figura 22. Calendario de actividades agrícolas de tomate en MIAF.



A) Plántula de tomate de cáscara verde manzano en charola de germinación.



B) Plántula de tomate de cáscara en el trasplante.

Figura 23. Plántulas de tomate de cáscara verde manzano.

En el fondo del surco abierto se colocan los fertilizantes orgánicos y minerales basados en las recomendaciones para cada tipo de suelo (Cuadro 2). En seguida, se colocan en el surco las plántulas de tomate de cáscara espaciadas cada 55 cm entre sí. Este espaciamiento entre plantas da una densidad de 22,727 plantas en 1 ha de tomate de cáscara en el sistema MIAF. Se cubre la plántula con suelo y si no hay humedad suficiente se da un riego de auxilio; aunque se recomienda que se trasplante cuando el temporal de lluvias ya se haya establecido.

Las siguientes labores en el tomate de cáscara serán el deshierbe, segunda fertilización y tutoreo, en ese orden. Se sugiere deshierbar antes de hacer la segunda fertilización del tomate de cáscara para asegurar que sea aprovechado por el cultivo (Figura 24). En la primera fertilización del tomate de cáscara se colocó la materia orgánica, 1/3 parte de nitrógeno (urea) y todo el fósforo y potasio de la dosis recomendada (Cuadro 2). La segunda fertilización se hará con el nitrógeno restante en el mes de julio, cuando esté iniciando la floración (Figura 25). El fertilizante se aplicará a un lado de la planta y a lo largo del surco, asegurando que tenga suficiente humedad el suelo para facilitar su dilución y absorción.

➤ Deshierbe manual del tomate de cáscara, previo a la segunda fertilización y tutoreo.

📍 Parcela MIAF San Juan Coajomulco, ciclo P-V 2021.



Figura 24. Deshierbe manual del tomate de cáscara.



Figura 25. Segunda fertilización al tomate de cáscara.

Es necesario poner tutores al tomate de cáscara pues la planta es quebradiza y no soporta por sí misma el peso de los frutos al momento de su producción. Para el tutoreo se requieren estacas firmes de madera de 1.5 o 2 m e hilo negro de rafia. Las estacas se colocan espaciadas a cada cinco metros a lo largo del surco de las plantas de tomate. Posteriormente se amarran dos hilos de rafia en la estaca, a 30 o 40 cm del nivel del suelo, se tensa el hilo (dando dos vueltas al hilo alrededor de la estaca) y se sujetan de la próxima estaca, repitiendo la operación y conectando las estacas con los hilos. Los hilos entre cada estaca rodearán y soportarán a la planta de tomate. Se pueden colocar 2 o 3 niveles de hilo de rafia de acuerdo con la planta (Figura 26). Después del primer nivel de tutoreo a los 30 o 40 cm del nivel del suelo; el segundo se pone 20 o 30 cm arriba del primero. Para soportar la fuerza de tensión entra las estacas unidas por los hilos; al inicio y al final del surco se colocará una estaca que haga contrapeso con el hilo, a la hilera de las estacas.



Figura 26. Tutoreo de tomate de cáscara.

Tutoreo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) variedad 'Hector', a los 35 cm del nivel del suelo (A), a los 55 cm (B), estacas de pino a cada 5 m (C) y estacas de arbustos nativos (D) en San Juan Coajomulco, julio de 2021 (A y C) y San Pedro el Rosal, julio de 2020 (B y D).

La cosecha del tomate de cáscara se hace cuando el tomate ha llenado la bolsa o cáscara (Figura 27). Los cortes pueden hacerse una vez por semana. Con el manejo recomendado se han hecho entre 7 a 10 cortes de tomate de cáscara entre los meses de julio a septiembre.

- Frutos de tomate de cáscara en madurez de corte.

📍 Ejido la Cabecera, San Felipe del Progreso.



- Eduardo Muñoz Ruíz con cosecha de su parcela.

📍 Ejido la Cabecera, San Felipe del Progreso.



Figura 27. Frutos de tomate.

Calabaza de mata



En este manual se describen las recomendaciones probadas para el cultivo de calabaza de mata (*Cucurbita pepo* L.) italiana variedades 'Grey Zucchini' Weeds Sart®, 'Orion' ITSCO AGRO® y bolita 'Cue Ball' ITSCO AGRO® en el sistema MIAF. Se recomienda su cultivo en el arreglo topológico dos surcos de maíz intercalados con dos de sotocultivo (uno de calabaza de mata y otro de tomate de cáscara o los dos de calabaza de mata) (Figura 28). En la MIAF también se promueve el uso de calabazas nativas de guía, pero esta se establece en los extremos de las franjas de los árboles frutales. El manejo de la calabaza de guía se incluirá en el manual de los árboles frutales de clima templado.



Figura 28. Producción de calabaza.

Producción de calabaza de mata italiana 'Orion' ITSCO AGRO® (A) y bolita 'Cue Ball' ITSCO AGRO® (B), en el patrón de dos surcos de maíz-frijol asociado e intercalados con dos de sotocultivo: tomate de cáscara y calabaza de mata (C), o dos de calabaza de mata (D). Parcela MIAF, San Juan Coajomulco, ciclo P-V 2019 (B) y ciclo agrícola P-V 2021 (A y C). Parcela de la UIEM, ciclo P-V 2018 (D).

La siembra puede hacerse directa o con almácigos. Si la siembra es directa se debe procurar tener abastecimiento de agua mientras se establece el temporal de lluvia o bien esperar al inicio del ciclo. En siembra directa hay que colocar dos semillas en cada mata espaciada cada 55cm en el surco. Se colocan dos semillas para asegurar la germinación. En el caso en que ambas germinen se elimina una plántula manteniendo la más vigorosa o con mejor posición en el surco (Figura 29 A). Si se utilizan charolas de germinación se recomiendan las de 200 cavidades, hay que germinar una semilla por cavidad. Se puede usar el mismo sustrato de la germinación del tomate de cáscara. Si se utilizan charolas de germinación para la calabaza de mata, se requerirán de tres semanas para tener las plántulas. Es decir, se considera que en tres semanas a partir de la fecha de germinación se puede hacer el trasplante. La plántula tiene el porte ideal para el trasplante cuando tiene la primera hoja verdadera; es decir los dos cotiledones y una hoja. Al momento del trasplante se sugiere regar abundantemente la charola de germinación para que el sustrato esté muy húmedo, esto facilitará sacar el cepellón completo (Figura 29 B).



A) En siembra directa en la milpa.



B) Germinadas en almácigos listas para trasplantar.

Se recomienda hacer el trasplante de calabaza de mata cuando se haya establecido el temporal de lluvias o antes si se cuenta con agua para riegos de auxilio, el periodo ideal es el mes de mayo (Figura 30). En el trasplante de calabaza de mata se recomienda abrir el surco, aplicar la primera dosis de fertilización, colocar una plántula espaciada cada 55 cm en el fondo y a lo largo del surco, cubrir el surco con suelo y dar riego de auxilio si la situación lo amerita. La dosis de fertilización recomendada para hacer la fertilización en suelos luvisoles es de 7.2 ton de estiércol por ha⁻¹ de calabaza de mata en terrenos de temporal y de 3.6 en riego, para calabaza de mata de bolita e italiana, respectivamente. El cálculo de estos fertilizantes por metro lineal se pueden consultar en el Cuadro 2. La calabaza de mata se fertiliza en dos momentos, el primero en el trasplante o después de tres semanas de su siembra y el segundo al inicio de la floración. En estos momentos se debe asegurar que el suelo tenga suficiente humedad para diluir los fertilizantes y facilitar su absorción por la planta.



Calendario de actividades agrícolas para calabaza en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales en clima Templado

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Siembra directa de calabaza 												
Primera fertilización 												
Segunda fertilización 												
Cosecha de calabaza 												
Barbecho y rastra 												
Deshierbe 												
Canícula 												

Figura 30. Calendario de actividades agrícolas de la calabaza en el sistema MIAF.

La calabaza de mata de siembra directa, en temporal o riego requiere alrededor de 65 días después de la siembra para el primer corte de frutos. El indicador del momento del corte de cada calabaza es cuando la flor se puede desprender fácilmente, sin dejar heridas en el fruto (Figura 31 A). Se recomienda que a partir de la primera cosecha los cortes sean cada tercer día. Los frutos no deben crecer mucho en la planta. Se ha observado que si se dejan crecer alguna o algunas calabacitas la fructificación se detendrá pues la planta generará hormonas para la madurez de la semilla en mayor medida que para la diferenciación de nuevos frutos. Si por alguna razón se quedó alguna calabacita en la planta y creció mucho, es mejor cortar ese fruto para que continúe la fructificación. Se observará que cada entrenudo de la planta puede producir un fruto (Figura 31 B) que se cosechará a medida que llegue a su madurez de corte.

Cosechando cada tercer día, se pueden hacer 33 cortes en promedio que pueden ocurrir entre junio y octubre según la fecha en que se sembró o trasplantó. Si el fruto tiene algo de tierra o lodo; cuando se corta, se puede enjuagar con agua corriente en una cubeta o se puede limpiar suavemente con un paño húmedo. El fruto es muy delicado, una vez limpio se recomienda acomodarlos cuidadosamente en las cajas que se transportarán para la venta. Para su venta y transporte, se recomienda colocar papel de estraza húmedo en la base de la caja antes de colocar las calabazas y cubrir con el mismo papel todos los frutos.

➤ En madurez de corte.

📍 Parcela MIAF San Juan Coajomulco, Estado de México.



➤ Planta en producción.

📍 Parcela MIAF San Juan Coajomulco, Estado de México.



Figura 31. Calabaza de mata 'Orion' ITSCO AGRO®.

Cempasúchil

(*Tagetes erecta*)



El cempasúchil (Figura 32) es una planta originaria de Norteamérica usada con fines ornamentales, rituales y medicinales. Los extractos del cempasúchil se utilizan por su actividad antibacteriana, colorante, repelente de mosquitos, cicatrización de heridas, analgésico, larvicida y nematicida. Como planta medicinal se utiliza para el tratamiento de almorranas, problemas renales, dolores musculares, úlceras y heridas (Gopi *et al.*, 2012).

En México, el cempasúchil es una planta altamente valorada y tiene la mayor demanda en el mercado entre octubre y noviembre para la festividad de día de muertos. El cempasúchil tiene alta adaptación en el sistema MIAF en clima templado. Su producción se planea teniendo como fecha de cosecha la última semana de octubre y la primera de noviembre (Figura 33). El cultivo de cempasúchil se ha probado en dos espacios de la MIAF:

1. Intercalado entre los surcos de maíz, como sotocultivo de relevo (Figura 34).
2. En surcos que flanquean a los árboles frutales (Figura 35).

En la primera opción se cultiva alguna planta de ciclo corto intercalada con maíz en el diseño del MIAF.



Calendario de actividades agrícolas para cempasúchil en el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales en clima Templado

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Siembra en almácigo de cempasúchil												
Trasplante de cempasúchil												
Cosecha de cempasúchil												
Barbecho y rastra												
Deshierbe												
Canícula												

Figura 32. Calendario de actividades agrícolas para el cultivo de cempasúchil en MIAF.

- Flores de cempasúchil en madurez de corte. Sistema MIAF.



Figura 33. Cempasúchil *Tagetes erecta*.

Cuando se ha cosechado el primer cultivo de ciclo corto su espacio puede ser ocupado por el cempasúchil. La especie de ciclo corto que se ha probado en el relevo es la calabaza italiana. Se recomienda este relevo si se tiene agua para el riego del primer cultivo que tendría que establecerse antes que el temporal de lluvias. Por ejemplo, con la calabaza la siembra tendría que hacerse entre el mes de marzo y abril para tener al menos 2 meses y medio de producción. La planta de calabaza se quita de la parcela a finales de julio, una vez que se han hecho suficientes cortes de cosecha y se trasplanta el cempasúchil en su lugar. La segunda posibilidad de cultivo en MIAF es una opción temporal y recomendada solo en los dos primeros años de establecimiento de la parcela, mientras el árbol alcanza su porte adulto. Para esto se considera que en el diseño de la MIAF la hilera de árboles frutales dispone de 4.8 m en planicie y 4.2 m en ladera. Durante los dos primeros años que el árbol frutal alcanza un porte adulto se puede disponer de un surco de cada lado que flanquea la hilera de árboles frutales para cultivar cempasúchil entre el mes de julio y noviembre. Al tercer año de edad del árbol frutal debe respetarse la distancia destinada a los árboles para su buen desarrollo.

➤ Cempasúchil intercalado entre los surcos de maíz, como sotocultivo de relevo a la calabaza.

📍 Parcela MIAF. San Juan Coajomulco, ciclo P-V 2018.



Figura 34. Cempasúchil intercalado.

➤ Cempasúchil cultivado en surcos que flanquean a los árboles frutales.

📍 Parcela experimental en San Juan Coajomulco, ciclo P-V 2020.



Figura 35. Cempasúchil cultivado.

Tradicionalmente la siembra del cempasúchil se hace el 20 de junio (día de San Juan) y se requieren cerca de 30 días para obtener las plántulas (Figura 36). En las Figura 9 y 33 se puede consultar el calendario de actividades para el cultivo de cempasúchil. Para la germinación pueden usarse charolas de germinación comerciales, con *peat moss*, dos semillas por cavidad y riego diario. También pueden hacerse pequeñas camas de cultivo al aire libre y sembrar al voleo. La plántula estará lista para el trasplante la última semana de julio.

➤ Plántulas de cempasúchil en charolas de germinación con *peat moss* a los 20 días de la siembra.



Figura 36. Plántulas de cempasúchil.

Para el trasplante se traza un surco en el que se colocarán 5 kg de estiércol en 5 m del surco. No se aplica fertilización mineral pues supone alguna fertilización residual del cultivo de ciclo corto relevado y fertilizado. Para que las plántulas salgan con facilidad de la charola de germinación se recomienda dar un riego abundante a la charola antes de sacarlas. Si se usan plántulas germinadas en camas se sugiere ir sacando plántulas conforme se necesite para que no se deshidraten. Las plántulas de cempasúchil se separan por 25 cm a lo largo del surco (Figura 37) y se cubrirán con el suelo del surco abierto. Generalmente en el periodo de trasplante (julio) la lluvia está establecida, si no es así hay que regar enseguida. El rendimiento promedio del cempasúchil, a la densidad de plantación de 4 plantas m^2 , es de 221.62 ± 102.7 g por planta y 886.5 ± 130.98 g en 1 m en San Juan Coajomulco Estado de México. Si no se comercializa todo el cempasúchil se puede dejar madurar la flor en la planta, cortar, secar y sacar la semilla para comercializarla.



Figura 37. Trasplante de cempasúchil.

Los quelites en la MIAF y sus beneficios

Román *et al.* (2013) muestran que en el genoma de la población de Latinoamérica se guarda el efecto de las adaptaciones evolutivas acordes a la alimentación y la cultura. En otras palabras, la dieta basada en productos de la milpa es saludable y culturalmente pertinente para los mexicanos, pues hemos coexistido con la dieta del sistema milpa histórica (Almaguer *et al.*, 2020). El maíz proporciona aminoácidos esenciales como la metionina, que no tiene el frijol, además de los hidratos de carbono complejos. La nixtamalización del maíz permite aprovechar la leucina, niacina y el calcio. El maíz nixtamalizado protege contra la pelagra de ciertos tipos de cáncer (como el de colon), debido al almidón resistente que contiene, así como de cáncer de hígado, por su efecto destructor de las aflatoxinas que podría contener un maíz mal almacenado. Por su parte, los quelites aportan beneficios a la salud humana pues son fuente de folatos que previenen enfermedades cardiovasculares, defectos en el tubo neural o paladar hendido (en fetos) y una protección modesta contra el cáncer de colon (Román *et al.*, 2013). El sistema MIAF, manejado sin herbicidas, es totalmente compatible con este sistema de alimentación.

Las hierbas que crecen en la milpa (arvenses) han sido poco valoradas en la actualidad a pesar de sus aportes. El uso de arvenses por la familia campesina está asociada a un estilo de vida en el que se aprovechan estas para consumo humano (quelites), como forraje, medicinales incluso de uso ritual u ornamental. Es decir, son aprovechadas por las familias que gustan de alimentos saludables del campo, que generalmente tienen animales de traspatio y su sustento principal está basado en los productos de la milpa y el campo.

Se contabilizaron 22 especies vegetales no cultivadas en el sistema MIAF, en San Juan Coajomulco, durante el ciclo P-V 2019, manejado con yunta y con deshierre manual durante cinco años continuos (Cuadro 3). Seis de estas plantas son comestibles (Figura 38) y se aprovechan por la población: quintonil (*Amaranthus hybridus* L.), coyul (*Oxalis* sp.), trébol (*Medicago polymorpha* L.), nabo (*Brassica rapa* L.), juanitos (*Commelina coelestis* Willd.) y lengua de vaca (*Rumex crispus*). Sin embargo, hay otros quelites o arvenses comestibles de clima templado, que se pueden incorporar al sistema MIAF: verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), mortaza (*Eruca sativa* Mill.), jaltomate (*Jaltomata procumbens*), papa silvestre o juilona (*Solanum stoloniferum*) y epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), entre otros.

	Número de especies	Biomasa de las especies (kg ha ⁻¹)
Comestibles (quelites)	6	160
Forrajeras	7	6618
Ornamentales o recreativas	1	243
Medicinales	4	49
Con uso no identificado	5	231
Totales	23	7030

Cuadro 3. Biomasa de arvenses en una parcela con MIAF.

Arvenses estimadas en una parcela MIAF de 1ha, con maíz y frijol asociado (165-70-40 kg N-P-K ha⁻¹), intercalado con tomate de cáscara y calabaza italiana (115-70-40 kg N-P-K ha⁻¹) en arreglo topológico de dos surcos de maíz y dos de sotocultivo. San Juan Coajomulco, Estado de México, ciclo P-V 2019.

El principal periodo de colecta de quelites ocurre entre mayo y julio; sin embargo, hay algunos quelites que crecen con poca humedad y bajas temperaturas en invierno y pueden encontrarse durante o después de la cosecha de maíz: lengua de vaca y trébol. En una hectárea con el sistema MIAF se podrían colectar alrededor de 160 kg de quelites y más de 6 ton de forraje (Cuadro 3). Los quelites que no se colecten entre mayo y julio sirven como forraje para los animales.



Figura 38. Quelites de la milpa en parcela MIAF.

Quelites de la milpa en parcela MIAF. A) quintoniles (*Amaranthus hybridus* L.) acompañados de otras arvenses, B) chivitos, C) nabo, amaranto, verdolagas y cenizos (de izquierda a derecha).

Manejo agroecológico de plagas en cultivos anuales de la MIAF

En el norte del Estado de México son tres las plagas más importantes que atacan a los cultivos en MIAF: El fraile (*Macrodactylus mexicanus*), el chapulín de milpa (*Sphenarium* sp.) y la conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*). Aquí se presentan algunas alternativas agroecológicas probadas en MIAF. Otras alternativas para el control químico de plagas se encuentran en el manual MIAF de Francisco *et al.* (2010).

Manejo del fraile

(*Macrodactylus mexicanus*)

El fraile o frailecillo es un escarabajo que defolia varias especies del sistema MIAF. El fraile tiene preferencia por las hojas de manzano (Figura 39), ciruelo, maíz y algunas plantas locales y causa daños en cultivos de la MIAF. Se ha observado que su presencia es mayor en las parcelas cultivadas que están alejadas del bosque o de la vegetación nativa y en parcelas cercanas al bosque no es considerada una plaga pues el daño es menor. La razón de esto es que la vegetación nativa que rodea a la parcela regula al insecto, pues hay microorganismos y depredadores que lo controlan.

Las hembras del fraile ponen los huevecillos en el suelo, donde se diferencian en larvas y pupas. Luego emergen del suelo en su fase adulta entre el mes de junio y julio, cuando se establecen las lluvias del temporal. El mejor momento para su control es en estado larvario que ocurre en el suelo, cuando tienen el cuerpo blando. En estado larvario lo mejor es el control biológico con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*.

➤ Fraile comiendo hojas de manzano en el sistema MIAF.

📍 Parcela San Juan Coajomulco, Estado de México, ciclo P-V 2019.



Figura 39. Fraile *Macrodactylus mexicanus*.

- Planta de tomate de cáscara cultivado en MIAF (izquierda), arvense (*Bidens* sp.) tolerada (derecha), infestada de fraile y útil como planta trampa para evitar el daño al cultivo.



Figura 40. Planta de tomate de cáscara infestada de fraile.

Cuando no se hizo algún tratamiento preventivo en la emergencia se puede controlar al fraile medianamente alternativas agroecológicas. Estas alternativas no matan al fraile, solo lo controlan pues disminuye su alimentación y su apareamiento.

1. Una alternativa es colocar plantas trampa locales alrededor de la parcela o cercanas al cultivo. Es decir, plantas que le gusta comer al fraile, y preferiría ir a ellas antes de comer las especies que cultivaste. Ejemplos de plantas trampa son la aceitilla o flor blanca (*Bidens* sp.) (Figura 40) y la jara (*Senecio salignus*).
2. En superficies pequeñas puede hacerse la colecta manual del fraile. Los insectos atrapados puedes ponerlos en una cubeta de 12 L con agua y un poco de jabón. El jabón es para que no floten los insectos y vuelen.

Otra alternativa es hacer preparados repelentes e irritantes. El agua de la cubeta con frailes puede servir para hacer preparados (Figura 41). Se espera que esta agua tenga feromonas que repelan a otros insectos. Para una mochila de 20 L, utilizando el agua de frailes, se puede moler: 70 g de chile seco (de árbol, guajillo o el más picoso posible), media cebolla, 100 g de chile serrano y 2.5 g de tabaco. Deje reposar la mezcla una noche previa a la aplicación, agregue 300 ml de jabón líquido Vel Rosita®, filtre y llene la mochila con agua corriente. Se aplica muy temprano cuando el fraile está poco activo. Se sugiere aplicar cada tercer día. El jabón eliminará algunos lípidos del cuerpo del insecto lo que permitirá que tenga más contacto con los irritantes. El fraile no morirá con la aplicación pero se irritará al punto en que dejará de comer y aparearse.

- En la imagen se está filtrando el agua con frailes ahogados. El agua se utilizará para hacer preparados repelentes e irritantes contra el fraile.



Figura 41. Filtrando el agua con frailes ahogados.

Manejo del chapulín de milpa

(*Sphenarium* sp.)

El chapulín de milpa (Figura 42) es un insecto que se alimenta del follaje de los cultivos y otras plantas, por su dieta generalista se le conoce como polífago. Su ciclo de vida pasa por tres fases: huevecillos, ninfa y adultos. La fase más conocida es la fase adulta por el daño que hace a los cultivos, principalmente aquellos que están alejados de una fuente de vegetación natural y diversa que regule su población.



➤ Fase adulta del chapulín de milpa.

📍 Parcela MIAF de San Juan Coajomulco, Estado de México, en el mes de octubre.

Figura 42. Chapulín de milpa.

Se ha controlado al chapulín con *Beauveria bassiana*. Este hongo se aplica con aspersiones foliares y penetra la cutícula del insecto, por lo que no es necesario que el chapulín ingiera a este organismo. Vázquez *et al.* (2016) demostraron que los porcentajes de mortalidad más altos del chapulín se presentan después de 8 días de aplicar *B. bassiana* (1.0×10^8 esporas/mL y 1.0×10^9 esporas/mL). La mayor mortalidad se da cuando el chapulín está en ninfa y disminuye su efecto en adulto. Ellos también aplicaron para su control extractos de higuera y chile combinados con *B. bassiana* en aplicaciones alternadas con suspensiones de jabón en el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.).

En el sistema MIAF en clima templado, los mayores daños a los cultivos se dan entre los meses de septiembre a noviembre. En octubre, cuando inicia la sequía y las hojas verdes en los cultivos escasean ataca con más fuerza a las hojas del maíz y la calabaza de mata, incluyendo los frutos verdes que quedan (Figura 43).

➤ Daño en el cultivo de calabaza de mata causado por el chapulín de milpa.

📍 Parcela MIAF San Juan Coajomulco, Octubre de 2020.



Figura 43. Daño en el cultivo de calabaza de mata por el chapulín de milpa.

Afortunadamente esta especie es comestible por el humano y esa es una de las principales opciones de control en estados como Oaxaca. Esta alternativa de control es eficiente. Se sugiere coleccionar los chapulines por la mañana, lo más temprano posible, cuando están posados al sol y están entumidos (Figura 44 A). Con una bolsa de plástico (de “mandado”) se pueden coleccionar fácilmente (Figura 44 B). Guisarlos es una tarea fácil y se puede seguir alguno de los múltiples tutoriales de internet (Figuras 44 C y D).



A) Durante las primeras horas del día el chapulín se encuentra en reposo.



B) Colecta manual con una bolsa de plástico.



C) Chapulín frito en un taco con queso y salsa.



D) Chapulín frito.

Figura 44. Colecta manual del chapulín para consumo humano.

Manejo de la conchuela del frijol

(*Epilachna varivestis*)

La conchuela de frijol (Figura 45) es un insecto que se alimenta de las hojas del frijol durante todo el ciclo fenológico del cultivo. Se estima que cuando la hoja tiene un daño mayor del 20 % en su superficie el rendimiento del grano de frijol se ve afectado. La conchuela del frijol pasa por cuatro estados biológicos: huevo, larva, pupa y adulto. Son en las etapas adulta y larvaria que come las hojas y la mayor incidencia se presenta de fines de junio a principios de agosto, cuando el cultivo está en desarrollo vegetativo y floración (DGSV-CNRF, 2020).



➤ Adulto de la conchuela del frijol.

📍 Parcela MIAF de San Juan Coajomulco, Estado de México.

Figura 45. Conchuela del frijol.

El cultivo de frijol es colonizado por los adultos que son buenos voladores, y emigran de sus sitios de hibernación a las parcelas. Las hembras colocan sus huevecillos (Figura 46) en la cara inferior de las hojas (envés) por grupos de 40 a 70, llegando depositar entre 500 a 600 huevos durante toda su vida (DGSV-CNRF, 2020). Por su inmovilidad y fragilidad en este estado, es un momento adecuado de controlarlo. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (DGSV-CNRF, 2020) recomienda el control biológico con *Pediobius foveolatus* (parasitoide), la bacteria *Bacillus thuringiensis* y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*.

➤ Huevos de conchuela en el envés de la hoja del frijol.

📍 Parcela MIAF de San Juan Coajomulco, Estado de México.



Figura 46. Huevos de conchuela en el envés de la hoja.

En parcelas MIAF se ha practicado el control biológico de la conchuela con los hongos entomopatógenos *Beauveria basiana* y *Metarhizium anisopliae*. Las aplicaciones de estos hongos se realizan preferentemente en las mañanas y en el envés de las hojas. La concentración aplicada funcional en cultivos anuales del sistema MIAF es de 9×10^6 a 12×10^6 conidios por ml. Hay que hacer aplicaciones con mochila de aspersión una vez cada 15 días durante el periodo en que observas huevecillos y larvas de la conchuela.

Literatura citada

- Albino-Garduño, R., Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J. I., Livera-Muñoz, M., y Mendoza-Castillo, M. C. (2015), *Distribución de raíces y de radiación solar en el dosel de maíz y frijol intercalados*. *Agrociencia*, 49 (5), pp. 513-531.
- Almaguer, G. J. A., García, H. J., y Padilla, M. M. (2020), *Fortalecimiento de la salud con comida, ejercicios y buen humor: La dieta de la Milpa modelo de alimentación mesoamericana saludable y culturalmente pertinente*. México: Secretaría de Salud, p. 58.
- Bartolo-Poctzin, F. (2021), *Productividad de la milpa en la MIAF, con fertilización mineral y estiércol durante dos ciclos de cultivo, en San Felipe del Progreso, Estado de México*. [Tesis de Licenciatura en Desarrollo Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de México].
- Cortés, F. J.I., Turrent F., Hernández R., Francisco N., Torres Z., Zambada M. y Díaz V. (s/a), *Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)*. México: SAGARPA, p. 11.
- Cortés, F. J. I., Torres Z., Turrent F., Hernández R., A. Ramos S., y Jiménez S. (2012), *Manual actualizado para el establecimiento y manejo del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en laderas*. México: Colegio de Posgraduado, p. 43.
- DGSV-CNRF (Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria) (2020), *Conchuela del frijol Epilachna varivestis Mulsant (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae)*. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México: Sader-Senasica, p. 23.
- Gopi, G., Elumalai, A., y Jayasri, P. (2012), *A concise review on Tagetes erecta*. *International Journal of Phytopharmacy Research*, 3 (1), pp.16-19.
- INEGI (2009 a), *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos San Felipe del Progreso, México Clave geoestadística 15074 2009*. Disponible en: <https://n9.cl/60l24>
- INEGI (2009 b), *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Jocotitlán, México Clave geoestadística. 15048 2009*. Disponible en: <https://bit.ly/3szzNvv>
- INEGI (2009 c), *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos El Oro, México Clave geoestadística. 15064 2009*. Disponible en: <https://bit.ly/3ulV9cp>
- INEGI (2009 d), *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Atlacomulco, México Clave geoestadística. 15014*. Disponible en: <https://bit.ly/3JivpD6>

- Juan-García, E. (2018), *Producción de la milpa: maíz, bayocote, haba, calabaza, y chícharo fertilizada con NPK y estiércol*, en Ganzda, Acambay, Estado de México. [Tesis de Licenciatura en Desarrollo Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de México].
- Muñoz R. E. (2018), *Productividad del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales, con fertilización mineral y orgánica durante tres ciclos de cultivo*, en San Felipe del Progreso Estado de México. [Tesis de Licenciatura en Desarrollo Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de México].
- Padilla F. V. (2021), *Optimización económica de un policultivo en dos comunidades en el norte del Estado de México*. Tesis de Maestría en Gestión de la Innovación Rural Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de México.
- Román, S., Ojeda-Granados, C., y Panduro, A. (2013), *Genética y evolución de la alimentación de la población en México*. *Revista de endocrinología y nutrición*, 21 (1), pp. 42-51.
- Salgado, G. S., Escobar N. R., López P. D. J., Vega D. H., Hernández M. R. H., y Espinoza L. L. C. (2012), "Los fertilizantes químicos", pp. 27-52. En: Salgado G. S., y Escobar N. R. (Ed.), *Manejo de fertilizantes químicos y orgánicos* Texcoco, México: biblioteca básica de agricultura.
- Silva-Arellano, M. G. (2016), *Fertilización mineral y orgánica en el cultivo de maíz (Zea mays L.), tomate (Physalis ixocarpa Brot.) intercalados, en la comunidad de Santa Rosa de Lima, El Oro Estado de México*. [Tesis de Licenciatura en Desarrollo Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de México].
- Vázquez J. M. Á., Aragón G. A., Bibbins M. M. D., Castillo H. D., Nava G. S. B. y Pérez T. B. C. (2016), "Control de *Sphenarium purpurascens* con *Beauveria bassiana* y extractos vegetales en amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.)". En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (2): pp. 235-247.
- Vibrans, H. (2016), *Ethnobotany of Mexican weeds*. In *Ethnobotany of Mexico*. New York, NY: Springer, pp. 287-317.

Literatura consultada

- Cortés, F. J. I., Turrent F., Díaz V., E. Hernández R., Mendoza R., E. Aceves R. (2005), *Manual para el establecimiento y manejo del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en laderas*. México: Colegio de Posgraduados, p. 36.
- Morales, G. M., Jiménez S. L., y Ramos S. A. (2007), *Manual de capacitación y divulgación de la tecnología milpa intercalada con árboles frutales*. Libro técnico Núm. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Oaxaca, México: Campo Experimental Valles, p. 164.



Créditos

Coordinación editorial

Dulce María Ávila Nájera

Investigación y contenido

Rocio Albino Garduño | Horacio Santiago Mejía |

Antonio Turrent Fernández

José Isabel Cortés Flores | Eduardo Muñoz Ruíz

Fotografía documental

Horacio Santiago Mejía



Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF:

maíz nativo, tomate de cáscara,
calabaza de mata y quelites

se terminó de imprimir en marzo de 2024 en los talleres gráficos de Giacomo Ventas & Ventas S. A. de C. V. Lago Maracaibo #503-1, El Seminario, 1a Sección, C. P. 50170, Toluca, Estado de México. El tiraje consta de 1000 ejemplares, Edición: Homérica Editores, Patricia Romero Arce por dirección, Sarah Suárez Romero por diseño y diagramación y Helena Suárez Romero por cuidado de la edición.



En este documento se presenta información útil para el establecimiento y manejo del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en clima templado. El manual contiene las recomendaciones técnicas probadas para el manejo del maíz nativo intercalado con tomate de cáscara, calabaza de mata y cempasúchil, en el norte del Estado de México. El aporte de este trabajo está en las recomendaciones de manejo de varias especies anuales con el diseño original de este sistema.

