

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



Informe final de Curso de Especialización sobre:

“Evaluación del desarrollo y rendimiento de las especies vegetales incluidas en un sistema milpa orgánico bajo el diseño propuesto por MAOES en San Luis Talpa Departamento de La Paz.”

Presentado por:

CARLOS BENJAMÍN CUELLAR OLMEDO

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2026

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



Informe final de Curso de Especialización sobre:
“Evaluación del desarrollo y rendimiento de las especies vegetales incluidas en un sistema milpa orgánico bajo el diseño propuesto por MAOES en San Luis Talpa Departamento de La Paz.”

Presentado por:
CARLOS BENJAMÍN CUELLAR OLMEDO

Como requisito para optar al título de:
Ingeniero Agrónomo

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2026

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO:

ING. MSC. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

ING. MSC. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENCIO

ASESOR INTERNO:

ING. MSC. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENCIO

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO DEL DEPARTAMENTO

ING. AGR. JUAN GERARDO MARROQUÍN REINA

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Marco teórico	4
3.1. Seguridad y soberanía alimentaria	4
3.2. Agricultura	6
3.3. Manejo del cultivo de maíz	9
3.4. Manejo cultivo de ayote	10
3.5. Manejo del frijol	11
3.6. Situación actual del conocimiento	12
4. Metodología	14
4.1. Metodología de oficina	14
4.2. Metodología de campo	16
5. Resultados y Discusión	19
6. Análisis de resultados	23
7. Conclusiones	25
8. Recomendaciones	26
9. Bibliografía	27
10. Anexos	30

Índice de figuras

Figura 1 Localización de la parcela agroecológica en la Panga 3 de la Estación Experimental y de Prácticas San Luis Talpa, Departamento de La Paz	15
Figura 2 Empanizado de semillas de maíz	16
Figura 3 Izquierda Aplicación de fertilizante líquido con bomba de mochila, Derecha aplicación de fertilizante sólido.	18
Figura 4 Toma de datos en Maíz y Ayote	19

Índice de cuadros

Cuadro 1 elementos nutritivos necesarios para el cultivo de maíz.....	10
Cuadro 2 Fertilizantes para el cultivo de frijol	11
Cuadro 3. Tipos de siembra y simbolización gráfica de los cultivos	17
Cuadro 4 promedio de días para alcanzar las etapas fenológicas por la variedad crucero dentro del sistema milpa.	21
Cuadro 5 evaluación del rendimiento en maíz.....	21
Cuadro 6 Conteo de especies dentro de la parcela, producción y precio estimado	22
Cuadro 7 comparativa costos e ingresos en sistema tradicional y parcela agroecológica. ...	23

Índice de Anexos

Anexo 1 micorrizas a utilizar en el empanizado Fuente: Propia	30
Anexo 2 Fechas de siembra directa de los cultivos	30
Anexo 3 Fechas de trasplante de cultivos.....	30
Anexo 4 diseño de MAOES del sistema milpa Fuente: Propia.....	31
Anexo 5 disposición de plantas en parcela maíz y ayote.....	31
Anexo 6 plantas de maíz, chaya, oca y vigna.....	32
Anexo 7 planta de chile habanero	32
Anexo 8 planta de pipián con fruto en formación	33
Anexo 9 cosecha de pipianes.....	33
Anexo 10 fruto de planta de ayote en formación.....	34
Anexo 11 elaboración de repelente a base de neem	34
Anexo 12 Plantilla de evaluación de desarrollo de especies de crecimiento convencional..	35
Anexo 13 Plantilla de evaluación de desarrollo de especies rastreras y trepadoras.....	35
Anexo 14 Plantilla de evaluación de fenología	35
Anexo 15 Plantilla de evaluación de rendimiento	35

Resumen

Debido a la necesidad de fortalecer la agricultura en El Salvador y mejorar el estilo de vida de sus habitantes, la Universidad de El Salvador en conjunto con MAOES han desarrollado una parcela agroecológica en la Estación Experimental y de Prácticas de la UES en San Luis Talpa, La Paz, esto con el fin de demostrar la capacidad de producir alimentos de una manera más amigable con el medio ambiente y evitando el uso de los agroquímicos que las familias salvadoreñas están acostumbradas utilizar, esto con el fin de guiar hacia una agricultura más sustentable y sostenible en el transcurso de los años sabiendo aprovechar los recursos ofrecidos por la naturaleza sin modificación química, para lo cual se eligieron 23 variedades diferentes de cultivos que involucran granos básicos, hortalizas, tubérculos, entre otras especies las cuales se colocaron a diferentes distanciamientos para poder evaluar su comportamiento y si pueden interactuar entre ellas dentro de una parcela de 84m². La presente investigación expone los resultados obtenidos en el proyecto de evaluación del desarrollo y rendimiento de las especies vegetales incluidas en un sistema milpa orgánico bajo el diseño propuesto por MAOES. Llevado a cabo en el periodo entre agosto del 2024 y enero del 2025. Obteniendo una producción estimada en \$120.36 demostrando así que es posible obtener una producción variada y libre de agroquímicos dentro de un área reducida. Recomendable para las familias salvadoreñas ya que conservan sus recursos naturales y su salud obteniendo diversas fuentes de nutrientes por medio de los diferentes cultivos establecidos.

Palabras clave: Agricultura, Agroecológica, Milpa, Orgánico, Agroquímicos, Recursos naturales, Salud, Nutrientes.

Abstract

Due to the need to strengthen agriculture in El Salvador and improve the lifestyle of its inhabitants, the University of El Salvador in conjunction with MAOES have developed an agroecological plot at the Experimental and Practice Station of the UES in San Luis Talpa, La Paz, this in order to demonstrate the ability to produce food in a more environmentally friendly way and avoiding the use of agrochemicals that Salvadoran families are accustomed to using, this in order to guide towards a more sustainable and sustainable agriculture over the years, knowing how to take advantage of the resources offered by nature without chemical modification, for which 23 different varieties of crops were chosen that involve basic grains, vegetables, tubers, among other species which were placed at different distances in order to evaluate their behavior and if they can interact with each other within an 84m² plot. This research presents the results obtained in the project to evaluate the development and yield of the plant species included in an organic milpa system under the design proposed by MAOES. Conducted between August 2024 and January 2025, the project yielded an estimated \$120.36, demonstrating that it is possible to achieve a diverse and agrochemical-free production within a small area. This project is recommended for Salvadoran families, as it conserves their natural resources and their health by obtaining diverse sources of nutrients through the different crops they cultivate.

Keywords: Agriculture, Agroecology, Milpa, Organic, Agrochemicals, Natural Resources, Health, Nutrients

1. Introducción

La población en nuestro país va en aumento cada año por consecuente la demanda de alimentos se incrementa en la misma proporción, por lo que la agricultura se ha transformado al modelo presente de agricultura convencional con el fin de satisfacer la demanda se cultiva en grandes extensiones de tierra monocultivos los cuales en algunos casos son manejados con lo llamado buenas prácticas agrícolas que no es más que recomendaciones para el uso de agroquímicos intentando minimizar el daño que estos provocan, se sabe que la manipulación y aplicación de plaguicidas puede entrañar riesgos para el ser humano, ya sea como usuario o consumidor de vegetales, frutas y productos tratados. Los riesgos también son para el propio cultivo y su entorno, para el ganado, para la fauna terrestre y acuícola, y en definitiva para el equilibrio ecológico (Navarro 2013).

El empleo de productos químicos para el control de plagas, de acuerdo con las actividades agropecuarias, se hace conforme a las normas de inocuidad, las cuales establecen límites máximos permisibles de residuos para que el riesgo a corto y mediano plazo en los consumidores sea mínimo. Sin embargo, en ocasiones dichos límites son rebasados, o bien, se tiene la presencia de varios residuos en un mismo producto, y pese a que las concentraciones estén por debajo de los valores aceptables, al considerar un efecto aditivo el riesgo potencial se incrementa (Navarro 2013).

Actualmente se sabe que el sistema milpa es un ejemplo de un sistema eficiente de cultivos múltiples/mixtos que tiende a ser más productivo y eficiente en el uso de luz, nutrientes y agua que los sistemas de monocultivo, dada su dinámica interna de complementariedad, competencia y facilitación”, refiere un estudio desarrollado y publicado por un grupo de investigadores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de México (CIMMYT 2022).

El estudio refiere que, en condiciones específicas, la milpa de maíz-frijol-calabaza puede ser entre 60 y 90% más productiva que un monocultivo de maíz. Para el caso de análisis del

estudio —desarrollado en milpas de Guatemala—, detallan, los sistemas de milpa produjeron significativamente más otros nutrientes esenciales, de manera que las asociaciones maíz-frijol-faba, maíz-papa y maíz-frijol-papa proporcionaron la mayor cantidad de carbohidratos, proteínas, zinc, hierro, calcio, potasio, ácido fólico, tiamina, riboflavina, vitamina B6, niacina y vitamina C (CIMMYT 2022).

La milpa ha demostrado que tiene la capacidad de resistir condiciones adversas, esto es posible ya que presenta un sistema complejo, donde se aprovechan de manera complementaria los diferentes recursos en el sistema tal es el caso de las semillas nativas como bien común, de libre intercambio de propiedad intelectual colectiva; el agua, la luz, y el suelo, asociado al conocimiento milenario de las prácticas agroecológicas (Sánchez; Romero 2017).

Por tanto, se propone la práctica de la agricultura orgánica que permita tanto a consumidores como trabajadores evitar el contacto con agroquímicos específicamente en modelo de sistema milpa en el que en determinada área se puedan producir diversos alimentos que representen una opción saludable, variada, libre de contaminantes desde su siembra hasta su cosecha.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar el desarrollo y rendimiento de las especies vegetales incluidas en un sistema milpa orgánico bajo el diseño propuesto por MAOES en San Luis Talpa Departamento de La Paz.

2.2. Objetivos específicos

- Establecer un sistema milpa con 10 especies de interés nutricional bajo el diseño propuesto por MAOES en San Luis Talpa
- Evaluar el desarrollo fenológico y fenométrico de las especies vegetales incluidas dentro del sistema milpa.
- Evaluar el rendimiento de las especies vegetales incluidas dentro del sistema milpa

3. Marco teórico

3.1. Seguridad y soberanía alimentaria

1.3.1. Seguridad. Seguridad Alimentaria: a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas en todo momento tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana (FAO 2011).

1.3.2. Soberanía. Soberanía Alimentaria: derecho de los pueblos a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos que garanticen el derecho a la alimentación para toda la población, con base en la pequeña y mediana producción, respetando sus propias culturas y la diversidad de los modos campesinos, pesqueros e indígenas de producción agropecuaria, de comercialización y de gestión de los espacios rurales, en los cuales la mujer desempeña un papel fundamental (FAO 2011).

1.3.3. Estabilidad. Componente de la Seguridad Alimentaria. Se refiere a solventar las condiciones de inseguridad alimentaria transitoria de carácter cíclico o estacional, a menudo asociadas a las campañas agrícolas, tanto por la falta de producción del alimento en momentos determinados del año, como por el acceso a recursos de las poblaciones asalariadas dependientes de ciertos cultivos. En este componente juega un importante papel la existencia y disponibilidad de infraestructura de almacenamiento a nivel nacional y/o local en condiciones adecuadas, así como la posibilidad de contar con recursos alimenticios e insumos de contingencia para las épocas de déficit alimentario (FAO 2011).

1.3.4. Acceso. Componente de la Seguridad Alimentaria. El acceso a los alimentos puede ser físico y/o económico. La falta de acceso físico se da cuando los alimentos no están disponibles en cantidad suficiente allí donde se necesita consumirlos. El aislamiento de las poblaciones y la falta de infraestructuras pueden incidir en la imposibilidad de contar con alimentos en condiciones adecuadas de manera permanente o transitoria (FAO 2011).

1.3.5. Consumo. Componente de la Seguridad Alimentaria. Se refiere a que las existencias alimentarias en los hogares respondan a las necesidades nutricionales, a la diversidad, la

cultura y las preferencias alimentarias. También tiene en cuenta aspectos como la inocuidad, la dignidad, las condiciones higiénicas de los hogares y la distribución con equidad dentro del hogar (FAO 2011).

1.3.6. Inocuidad. La inocuidad se refiere a todos aquellos riesgos asociados a la alimentación que pueden incidir en la salud de las personas, tanto riesgos naturales, como originados por contaminaciones, por incidencia de patógenos, o bien que puedan incrementar el riesgo de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras (FAO 2011).

La inocuidad es una condición necesaria para que haya seguridad alimentaria, pero es un solo aspecto de la misma, puesto que no valdría de nada tener alimentos inocuos si no existen en cantidad suficiente o si la población no tiene acceso a los mismos (FAO 2011).

1.3.7. Utilización Biológica. Componente de la Seguridad Alimentaria. Está relacionada con el estado nutricional, como resultado del uso individual de los alimentos (ingestión, absorción y utilización) y el estado de salud. A continuación, se definen los términos más habituales relativos a la nutrición en el marco de la seguridad alimentaria:

- *Subnutrición:* Inseguridad alimentaria crónica, en que la ingestión de alimentos no cubre las necesidades energéticas básicas de forma continua.
- *Malnutrición:* Estado patológico resultante por lo general de la insuficiencia o el exceso de uno o varios nutrientes o de una mala asimilación de los alimentos.
- *Desnutrición:* Estado patológico resultante de una dieta deficiente en uno o varios nutrientes esenciales o de una mala asimilación de los alimentos. Entre los síntomas se encuentran: emaciación, retraso del crecimiento, insuficiencia ponderal, capacidad de aprendizaje reducida, salud delicada y baja productividad (FAO 2011).

1.3.8. Consumo responsable de alimentos. El consumo responsable de alimentos no es un concepto aislado de la agroecología, sino que conforma una sinergia que busca la sostenibilidad ambiental y social, entendiéndose el consumo como un eslabón clave en el

sistema alimentario, que se vincula con las preferencias y elecciones que las personas hacen de los alimentos, es decir que dentro de un sistema agroecológico debería de existir un consumo responsable de alimentos (FUNDESYRAM 2020).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los productos ultra procesados promueven el aumento de peso y la obesidad. Este resultado concuerda con múltiples estudios que revelan que el nivel del consumo de productos ultra procesados se correlaciona estrechamente con la calidad general de la alimentación y con el riesgo de padecer obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles conexas. La OMS define a los snacks y la comida rápida, casi todos ultra procesados, así como las bebidas gaseosas, todas ultra procesadas, como obeso génicos, es decir productos que directamente generan obesidad. (OMS 2015).

3.2. Agricultura

1.4.1. Agricultura convencional. Agricultura convencional: Proceso productivo en la agricultura que se caracteriza por un alto uso de insumos químicos y recursos externos y está fundamentada en la adición de insumos externos para el potenciamiento de la producción en un mayor volumen por unidad de áreas sin evaluar costos e impacto ambiental (La Gaceta 2013).

1.4.2. Agroecología. Agroecología: ciencia que ofrece la base científica para la agricultura sostenible. Se apropia de varias disciplinas para el análisis de todo tipo de proceso de la actividad agraria, con el propósito de comprender el funcionamiento de los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas (La Gaceta 2013).

1.4.3. Agricultura orgánica o ecológica. La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud

humana. La agricultura orgánica involucra mucho más que no usar agroquímicos (FUNDESYRAM 2022).

Este tipo de agricultura es un sistema global de gestión de la producción, que incrementa y realza la salud de los agrosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos para desempeñar cualquier función específica del sistema (FUNDESYRAM 2022).

1.4.4. Producción agroecológica de alimentos y soberanía alimentaria. La agroecología se basa en un conjunto de principios y prácticas que mejora la resiliencia y perdurabilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas, mientras conserva la integridad social. Es un movimiento sociopolítico, que, busca nuevas formas de considerar la agricultura, la transformación, distribución y consumo alimenticios, y sus relaciones con la sociedad y la naturaleza. (Agroecology Fund 2019).

1.4.5. Protección de los recursos naturales. Se considera que a través de producción agroecológica se promueve la diversificación de los cultivos, al mismo tiempo que protege las fuentes de agua, aire y tierra, y la biodiversidad, a su vez contribuye como control biológico utilizando la diversidad de especies, permitiendo el equilibrio medioambiental (FUNESYRAM 2020).

1.4.6. Sistema milpa. La milpa: (del náhuatl milpan de milli "parcela sembrada" y pan "encima de") es un sistema agrícola tradicional que data de la época prehispánica y que constituye un espacio de recursos genéticos.

En ella, se siembra principalmente maíz, acompañada de diversas especies de frijol, calabazas, chiles, tomates, es decir, está basada en el policultivo, de esta manera, hay un óptimo aprovechamiento de la tierra, asimismo, la milpa permite disfrutar de diversos productos al mismo tiempo, pero también aprovechar plantas que crecen de manera natural, principalmente especies herbáceas conocidas como "quelites", algunos ejemplos son: las

verdolagas, quintoniles, huazontle, nabos, romeritos, entre otras (Gobierno de México 2020).

1.4.7. Beneficios de la producción en asocio de un sistema milpa. La milpa se desarrolla tradicionalmente en temporal y sin mayor involucramiento de agromaquinaria. La agrobiodiversidad generada es la principal estrategia para enfrentar plagas y enfermedades. En muchas partes de México, el manejo de barbecho en la milpa es relacionado con la práctica de roza, tumba y quema que también aporta nutrientes a estos policultivos (Mariaca 2011).

1.4.8. Agrobiodiversidad. Los agroecosistemas tradicionales se caracterizan por una biodiversidad funcional que genera sinergismos que garantizan una resiliencia ante perturbaciones externas y un alto potencial de adaptación a situaciones cambiantes (Altieri, 2004). Cuando más complejo y diverso sea un agroecosistema, menos es la fluctuación en términos de diversidad de especies lo que fomenta la estabilidad del sistema. Esta virtud de los policultivos depende del nivel de interacción entre los componentes bióticos, domesticados y salvajes, y abióticos de un agroecosistema (Altieri, 2009a) y del manejo de los productores (Altieri, 2009b). Consecuentemente, el policultivo, la agrobiodiversidad implementada, destaca por ser una estrategia eficiente para enfrentar los retos del cambio climático.

1.4.9. Interacciones. La interacción de maíz, leguminosas y calabaza genera un aumento de la producción por planta de maíz en comparación con su monocultivo, la sobrecosecha (Altieri et al., 2011). El rendimiento de un cultivo es altamente determinado por su competencia intraespecífica; en un policultivo suplementario, una sustitución parcial del cultivo principal por otro incrementa su nivel de producción por una reducción de la competencia intraespecífica (Iverson et al. 2014).

1.4.10 Fenología el maíz. El desarrollo fenológico del maíz se refiere al ritmo de crecimiento vegetativo y reproductivo expresado en función de los cambios morfológicos y fisiológicos de la planta, relacionados con el ambiente (Intagri SF).

1.4.11. Fase vegetativa. Esta fase inicia desde la siembra y dura hasta poco antes de que aparezcan las estructuras reproductivas, es decir, cuando se comienza a visualizar la espiga del maíz (flor masculina). Durante la etapa de plántula cualquier daño al follaje o a las raíces es crítico y pone en riesgo la supervivencia de las plántulas (Intagri SF).

1.4.12. Fase reproductiva. Inicia cuando se visualiza la espiga del maíz y termina hasta que se tiene la madurez fisiológica del cultivo (capa negra en el punto de inserción del grano con el olote) (Intagri SF).

3.3. Manejo del cultivo de maíz

1.5.1. Requerimientos edafoclimáticos. Suelo: En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. El maíz en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia.

Agua: La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido el cultivo pueden haber pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento; sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento (CENTA 2018).

1.5.2. Preparación del suelo. La labranza mínima es una práctica beneficiosa para agricultores que tienen terrenos inclinados o con buen drenaje, ya que disminuye la erosión; también permite una mayor retención de humedad al no remover ni exponer el suelo a la acción del sol y el viento (CENTA 2018).

1.5.3. Siembra. En El Salvador se conocen 3 épocas de siembra: **Primera:** Esta época generalmente comprende desde el 15 al 30 de mayo, para la zona costera (0 a 400 msnm) y del 15 de mayo hasta el 15 de junio, para los valles intermedios (400 a 900 msnm). Estas fechas pueden variar de acuerdo con el establecimiento de la época lluviosa (CENTA 2018). **Postera:** Época llamada también tualmil, comprendida del 15 al 31 de agosto, especialmente para valles intermedios (400 a 900 msnm) y la región Oriental del país. En esta época puede tenerse el riesgo que la estación lluviosa termine antes que el cultivo haya

llegado a su etapa de madurez o secado; lo que puede traer como consecuencia disminución del rendimiento (CENTA 2018). **Apante:** Es la que se realiza en aquellos terrenos que permanecen inundados durante la época lluviosa, los cuales retienen suficiente humedad para ser utilizada hasta que la época lluviosa finalice. Los meses de siembra pueden variar según las circunstancias de cada zona, la época puede comprender desde diciembre hasta febrero (CENTA 2018).

1.5.4. Fertilización.

Cuadro 1 elementos nutritivos necesarios para el cultivo de maíz

Elemento	Kg/ha
Nitrógeno	140
Fósforo	80
Potasio	140
Calcio	55
Magnesio	55
Azufre	31
Cobre	0.14
Cinc	0.6
Boro	0.12
Hierro	4
Manganeso	2.12
Molibdeno	0.1

3.4. Manejo cultivo de ayote

1.6.1. Siembra. Se siembra en pilones, se coloca de 2 a 3 semillas y a un lado se coloca el abono 10-30-10; 12-24-12 o Bocashi si se siembra de manera orgánica (MAG 2015).

1.6.2. Distancia de siembra. Se siembra a una distancia de 3 x 3 metros (MAG 2015).

1.6.3. Fertilización. A los 8 días de la siembra se aplica 10-30-10. El mes se coloca 18-5-15 y a los 2 meses 15-3-31. Se debe aplicar azufre mas elementos menores en una dosis de 30 g por bomba (MAG 2015).

1.6.4. Control de malezas. Debe hacerse eficaz al principio porque luego el ayote se cierra y se controla solo (MAG 2015).

3.5. Manejo del frijol

1.7.1. Requerimientos edafoclimáticos. La luminosidad es el papel principal de la fotosíntesis, aunque también perjudica la fenología de la planta. En este caso, El cultivo de frijol le favorecen las temperaturas entre los 15°C y 27°C, mayores a estas pueden causar estrés hídrico durante la floración, lo que ocasiona pérdidas de un gran número de inflorescencia e incluso de vainas en etapa de desarrollo.

Este cultivo necesita de suelos con textura Franco – Franco arenoso, con un Ph de 6 – 7.5 y altitudes que oscilan entre los 50 – 1500 msnm, las semillas de frijol requieren de suelos donde permanezcan a temperaturas cálidas. Requiere de suficiente agua en toda su etapa fenológica para un buen crecimiento de la planta que oscila de 200 mm – 400 mm de agua (UNA 2024).

1.7.2. Densidad de siembra. El intervalo recomendado para la distancia entre hileras al sembrar semillas de frijol es de 40 a 45 centímetros. No obstante, este espacio debe ajustarse para adecuarse a un sistema de riego por goteo. En términos de densidad de siembra, se considera ideal una población de 195,000 plantas por hectárea para garantizar una buena germinación, mientras que un rendimiento óptimo se alcanza con una densidad de 175,500 plantas por hectárea (UNA 2024).

1.7.3. Siembra. Siembra al voleo: El propósito y la importancia de este tipo de siembra es distribuir semillas de la manera más uniforme posible sobre un área designada de tierra cultivada destinada a la producción de alimentos, forraje, plantas ornamentales o espacios verdes (UNA 2024).

Siembra a golpes: su importancia es distribuir las semillas en pequeños hoyos espaciados a cierta distancia, se coloca de 1 o 2 semillas en cada hoyo. Este sistema permite que crezcan más plantas en un área determinada, reduce el crecimiento de malezas y disminuye la evaporación de la humedad del suelo (UNA 2024).

1.7.4. Fertilización.

Cuadro 2 Fertilizantes para el cultivo de frijol

Aplicaciones	Formulación	Cantidad
Básica	18-46-0, 12-24-12	1qq/mz
	0-0-60	2 a 3 qq/mz
Foliar	Hidroxido de potasio	1L/mz
Foliar	Hidróxido de potasio, cobre	1L/mz

3.6. Situación actual del conocimiento

1.8.1. Evaluación de la sustentabilidad del sistema milpa en el estado de Tlaxcala, México.

Se llevo a cabo una comparativa entre el sistema milpa tradicional y el monocultivo de maíz, bajo una perspectiva agroecológica, Los resultados muestran que solo en un indicador económico, el sistema monocultivo obtuvo el valor más alto; en dos indicadores los valores son similares; en el resto, los resultados favorecieron al sistema milpa. En tres de estos, relación beneficio/costo, eficiencia en uso de energía fósil y agrobiodiversidad. Se concluye que en el sistema milpa es favorable la asociación de cultivos, se aprovecha de mejor manera el espacio y los energéticos fósiles empleados y se produce mayor diversidad de alimento humano. Sin embargo, hace falta integrar otros cultivos y prácticas que hagan más sustentables ambos sistemas de producción (Sanchez 2016).

1.8.2. Evaluación agroecológica del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF).

Estudio de caso en Icalumtic, municipio de Chamula, Chiapas. Se analizo las 16 familias con el sistema MIAF. una evaluación de la agricultura sustentable y los sistemas agroforestales para interpretar los resultados de las experiencias de la comunidad desde el establecimiento, la gestión, el manejo y la apropiación del sistema. teniendo como resultado que el implementar el sistema MIAF les permite a las familias diversificar la producción y los ingresos de la familia (Ordoñez 2021).

1.8.3. Sustainability evaluation of contrasting milpa systems in the Yucatán Peninsula, Mexico.

Se evaluó 3 sistemas de milpa el tradicional, continuo y mecanizado, los sistemas estudiados mostraron valores aceptables en la mayoría de los indicadores. El tradicional, presenta en general, menores costos de insumos y un bajo uso de pesticidas, junto con menores rendimientos de los cultivos y mayores pérdidas, el continuo tuvo diversidad, autosuficiencia alimentaria, inclusión social e innovación ligeramente superiores. el

mecanizado mostró valores similares a los del continuo, pero con costos de control de malezas mucho menores (Gonzales 2023).

1.8.4. Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. En un experimento implementado en 2015 en Piedras Blancas, Estado de México, se compararon todas las posibles combinaciones de policultivos de maíz, calabaza y frijol con los monocultivos de cada una de estas plantas. Todo el manejo fue orgánico y la nutrición se basaba en estiércol compostado de bovino. De todos los tratamientos investigados, la asociación de maíz y frijol demostró la mayor producción total, donde el maíz rindió 7.9 Mg ha¹ y el frijol 1.9 Mg ha⁻¹. En este policultivo, cada planta de maíz produjo 68.3 g, 1.2 veces superior al rendimiento por planta en monocultivo; y cada planta de frijol 27.5 g, lo que corresponde a su rendimiento en el monocultivo. Todas las demás combinaciones de cultivos (maíz-calabaza, frijol-calabaza y maíz-frijol-calabaza) superaron también los respectivos monocultivos en cuanto a su rendimiento total.

Con respecto a la calabaza se destacó que las diversas asociaciones incrementaron su rendimiento por planta, pero disminuyeron la producción por planta de maíz y frijol asociados con la calabaza. Se confirmó la sobre cosecha de maíz y frijol asociados comparado con los respectivos monocultivos, lo que subraya el potencial productivo de los sistemas de producción diversificados. (Ebel et al. 2017)

1.8.5. La milpa como alternativa de conversión agroecológica de sistemas agrícolas convencionales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el municipio El Carmen de Viboral, Colombia. La investigación se realizó de forma participativa con el propósito de elaborar una propuesta de diseño agroecológico y su implementación en fincas del municipio, complementado con el montaje de parcelas experimentales para evaluar el desempeño productivo del frijol. El tratamiento N° 1 fue monocultivo de frijol, el tratamiento N° 2 asociación de frijol con maíz sembrados con una diferencia de 45 días y el tratamiento N° 3 frijol y calabacín sembrados 45 días después de sembrar el maíz. En la metodología estadística, se empleó un diseño de clasificación experimental en bloques aleatorizados efecto fijo balanceado, con tres réplicas por tratamiento. Las variables a evaluar fueron: el número de vainas, peso, ancho y largo de la vaina, número de granos de frijol, peso y

rendimiento. Al efectuar el análisis comparativo de los tratamientos se encontró diferencia estadística entre el tratamiento 3 y los tratamientos 1 y 2 para las variables número de vainas, peso de la vaina, número de frijoles, peso del frijol y rendimiento ($p < 0.05$). Se obtuvieron mejores resultados en el tratamiento 3. Para las variables ancho de la vaina y largo de la vaina, no se detectó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$). Se evaluó el uso equivalente de la tierra (UET) para los 3 tratamientos, encontrando el mejor resultado en la Milpa (Asociación frijol-maíz-calabacín). (Gómez Et al. 2018)

4. Metodología

4.1. Metodología de oficina

El desarrollo de este trabajo inicio con la selección del tema de investigación que fue elegido según los principales problemas que afectan a los productores agrícolas, uno de ellos es el alto costo de los insumos agrícolas para la fertilización y control de plagas de sus cultivos, para buscar una alternativa viable que se fundamentara en la agroecología para no perturbar o seguir dañar el medio ambiente y la calidad de vida de los seres del entorno, esto, conforme al lugar donde se desarrollaría la investigación apoyándose del método científico para fundamentar de forma técnica la tecnología que se ira a emplear, además, de ser una alternativa rentable para el uso de nuestros productores, y esto a su vez quedaría plasmado en un formato de tesina para optar al grado de ingeniero agrónomo.

1.9.1. Visita al lugar. Teniéndose el tema planteado y conociendo los detalles de la investigación se procedió a hacer una visita al lugar para observar las características del área de trabajo, los materiales a utilizar y el diseño que llevará la parcela agroecológica con el objetivo de generar un documento que justifique por qué es necesario diversificar la parcela y no utilizar productos químicos para favorecer la aparición e interacción biológica de los seres que la integran, esto ayudará a tener más opciones de tratamientos sencillos y poco costosos para mejorar tanto la calidad del ambiente y contribuyendo a la sostenibilidad del mismo.

1.9.2. Descripción del lugar Estación experimental. El Campo Experimental y de Prácticas cuenta con un área designada a la producción agroecológica la cual cuenta con alrededor de 11 meses de descanso antes de ser intervenida para el establecimiento de la parcela agroecológica y tiene coordenadas geográficas; 13.4692538 Latitud Norte, -89.1036687 Longitud Oeste. ubicado en el Municipio de San Luís Talpa, Departamento de la Paz.

1.9.3. Clima y altura. La precipitación en la zona presenta un rango entre los 1500 a 1700 milímetros/ año. En cuanto a la temperatura media anual, en el área se presentan rangos entre los 28 a 33 grados centígrados, a una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

1.9.4. Ubicación del proyecto



Figura 1 Localización de la parcela agroecológica en la Panga 3 de la Estación Experimental y de Prácticas San Luis Talpa, Departamento de La Paz

La Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, se ubica en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste y coordenadas planas de 261.5 km Latitud Norte, 489.6 km Longitud Oeste.

4.2. Metodología de campo

1.10.1. Preparación de la tierra. Previamente a la preparación del terreno se dejó reposar la tierra previamente al establecimiento de los cultivos, se permitió el pastoreo controlado del ganado para que su estiércol brindara nutrientes al suelo, luego se chapodo usando machete o Cuma para poder sembrar las plantas.

1.10.2. Preparación de la semilla. Se realizó un empanizado de las semillas con melaza y micorrizas de la marca eco logika el cual en su elaboración contiene *Glomus* sp 75,000 propagulos/kg, *Azospirillum* 7×10^{11} UFC/kg, *Bacillus megaterium* 7×10^{11} UFC/kg, *Bacillus liqueniformis* 7×10^{11} UFC/kg, *Bacillus amyloliquefaciens* 7×10^{11} UFC/kg, Extracto de levadura 5%, Algas marinas 5%, Excipiente 78%, (ver anexo 1).



Figura 2 Empanizado de semillas de maíz

1.10.3. Siembra. Ciertas especies fueron sembradas de forma directa y otras por trasplante (ver anexos 2 y 3).

1.10.4. Diseño agronómico para el establecimiento de los cultivos. para ello se tomó en cuenta la propuesta realizada por MAOES (ver anexo 4) modificándola a criterio propio en base a las experiencias que se busca conocer y proponer a futuro buscando un mayor beneficio del espacio y producción.

1.10.5. Distanciamiento.

Cuadro 3. Tipos de siembra y simbolización gráfica de los cultivos

Distanciamiento	Especie	Nombre científico
0.4 m x 1.5 m	Ajonjolí	<i>Sesamum indicum L</i>
0.4 m x 1.5 m	Hierba mora	<i>Sesamum indicum L</i>
0.5 m x 1.5 m	Maíz	<i>Zea mays</i>
0.5 m x 1.5 m	Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
0.5 m x 1.5 m	Chile habanero	<i>Capsicum chinense</i>
0.5 m x 1.5 m	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
0.5 m x 1.5 m	Espinaca de arbusto	<i>Spinacia oleracea L</i>
0.5 m x 1.5 m	Flor de Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
0.6 m x 1.5 m	Cúrcuma	<i>Curcuma longa L.</i>
0.6 m x 1.5 m	Malanga	<i>Colocasia esculenta L.</i>
0.6 m x 1.5 m	Otoe	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>
0.6 m x 1.5 m	Chaya	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>
2 m x 3 m	Pipián	<i>Cucurbita pepo</i>
3 m x 1.5 m	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
4 m x 1.5 m	Okra	<i>Abelmoschus esculentus</i>
5 m x 1.5 m	Pepino criollo	<i>Cucumis sativus</i>
6 m x 1.5 m	Loroco	<i>Fernaldia pandurata</i>
0.4 m x 1.5 m	Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
6 mx 6 m	Ayote de verdura	<i>Cucurbita argyrosperma</i>
0.6 m x 1.5 m	Jícama	<i>Pachyrhizus erosus</i>
0.5 m x 1.5 m	Ejote de vara	<i>Phaseolus vulgaris</i>
6 m x 6 m	Tecomate	<i>Cucurbita moschata Duchesne</i>

1.10.6. Fertilización. Se realizo con abonos sólidos y líquidos orgánicos donados por la empresa La Granjita, alternando entre estos cada 15 días. Aplicando 150 g del abono solido por planta y 1 litro del líquido en una bomba de 17 litros.



Figura 3 Izquierda Aplicación de fertilizante líquido con bomba de mochila, Derecha aplicación de fertilizante sólido.

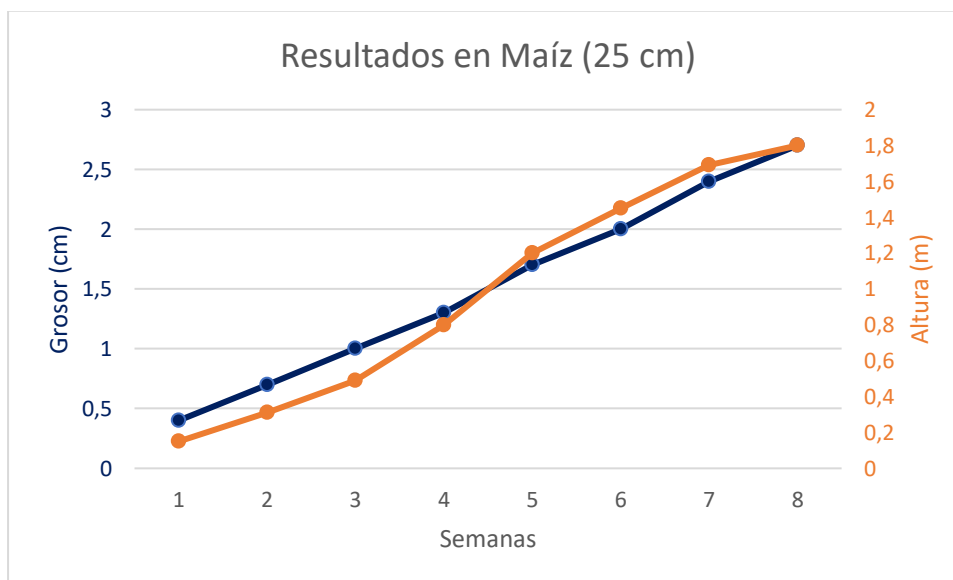
1.10.7. Monitoreo de insectos no deseados. Se realizó semanalmente monitoreos y el control se realizó con extracto de neem de elaboración propia en una dosis de 5 litros de extracto por bomba de 17 litros.

1.10.8. Toma de datos. Se recopiló los parámetros de producción y desarrollo del cultivo cada 15 días (ver anexos del 12 al 15)

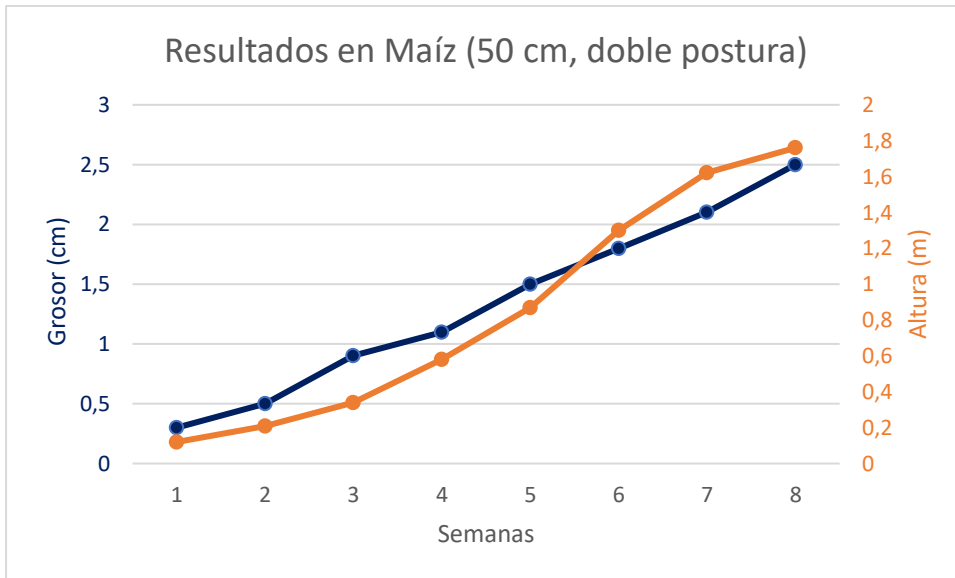


Figura 4 Toma de datos en Maíz y Ayote

5. Resultados y Discusión



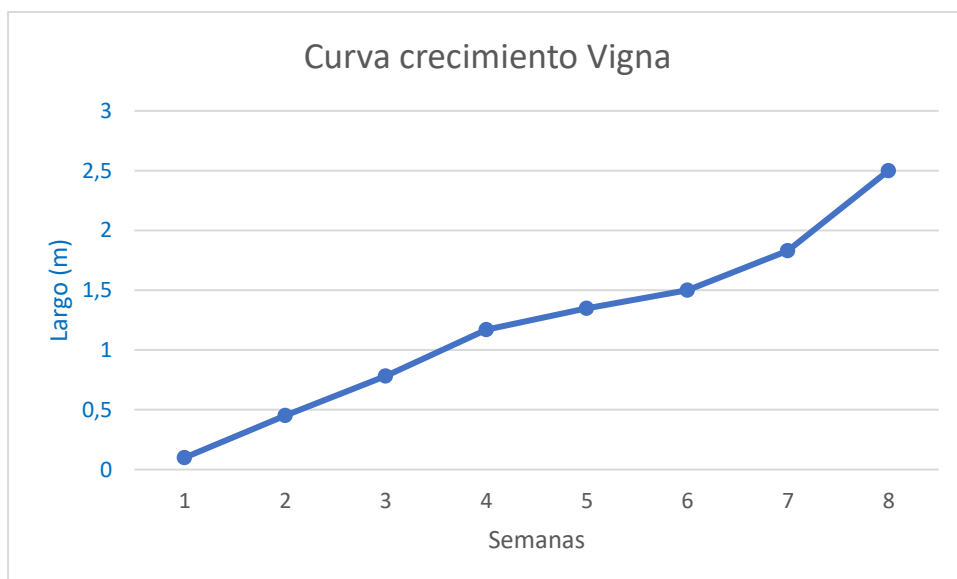
El grafico muestra el crecimiento promedio en plantas de maíz de la variedad Crucero a 25 cm entre postura, a lo largo de 8 semanas, midiendo su Altura (m). La planta pasó de 0.15 m a 1.8 m y el grosor del tallo (cm) el cual pasó de 0.4 cm a 2.7 cm.



El grafico muestra el crecimiento promedio en plantas de maíz de la variedad Crucero a 50 cm entre doble postura a lo largo de 8 semanas, midiendo su Altura (m) La planta pasó de 0.12 m a 1.76 m y el grosor del tallo (cm) el cual pasó de 0.3 cm a 2.5 cm.



El grafico muestra el crecimiento promedio en plantas de Ayote a lo largo de 8 semanas, midiendo su Largo (m) La planta pasó de 0.15 m a 6.7 m y el grosor del tallo (cm) el cual pasó de 0.2 cm a 2.2 cm.



El grafico muestra el crecimiento promedio en plantas de Vigna a lo largo de 8 semanas, midiendo su Largo (m) La planta pasó de 0.10 m a 2.5 m

Cuadro 4 promedio de días para alcanzar las etapas fenológicas por la variedad crucero dentro del sistema milpa.

Etapas fenológicas en días	
Etapas	Promedio en días de 4 plantas de maíz
VE– Emergencia	6
V1 – Primera hoja	9
V2 – Segunda hoja	11
V4 – Cuarta hoja	20
V6 – Sexta hoja	32
V10 – Diez hojas	42
V12	52
R1	60

Cuadro 5 evaluación del rendimiento en maíz

Evaluación del rendimiento				
Variable	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4

largo del fruto (cm)	11.9	12.0	11.5	12.3
Diámetro del fruto (cm)	4.0	4.2	3.8	4.1
Peso del fruto (g)	100	95	101	92

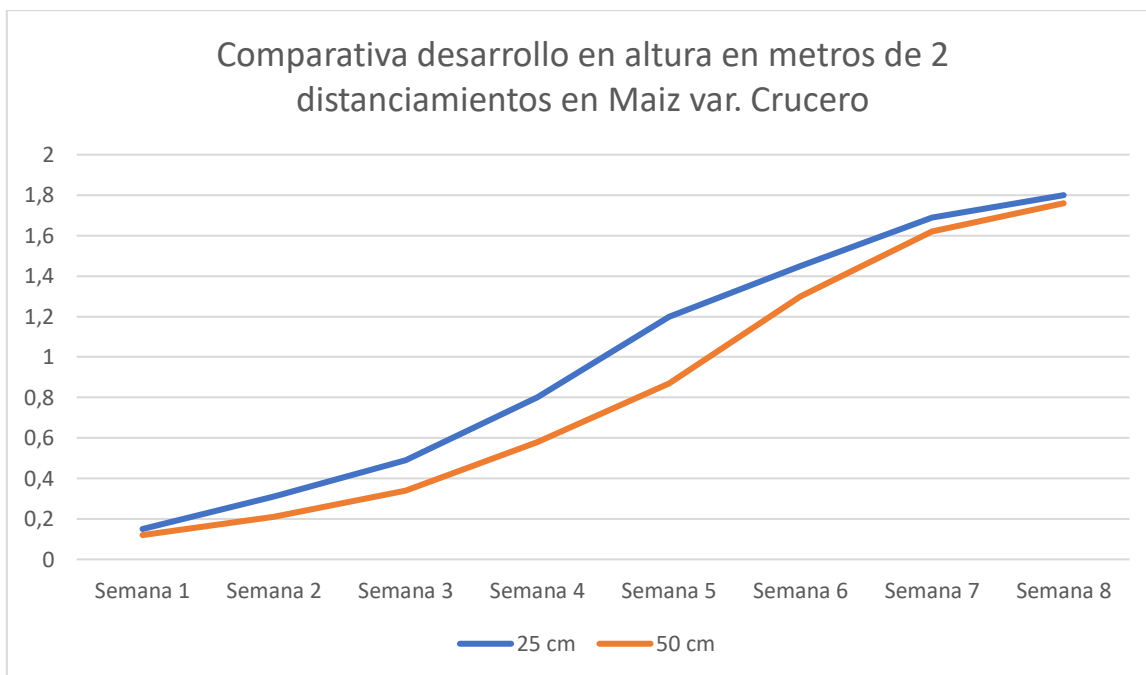
Los datos fueron obtenidos del maíz con distanciamiento de 25 cm una planta por postura ya que en las plantas a 50 cm y dos plantas por postura no se obtuvo fruto.

Cuadro 6 Conteo de especies dentro de la parcela, producción y precio estimado

Especie	Numero de plantas	Producción	Precio (\$)
Maíz	120	20 lb	6.00
Vigna	80	3.34 lb	4.25
Ajonjolí	40	8.2 lb	10.25
Okra	35	30 lb	6.23
Ayote	12	48 unid.	21.6
Yuca	12	24 lb	9.02
Flor de Jamaica	12	1 lb	5.50
Malanga	3	1.5 lb	2.25
Otoe	2	1.2 lb	No disponible
Chaya	3	5 lb	No disponible
Cúrcuma	2	0.5 lb	0.90
Tomate silvestre	3	4 lb	14.66
Chile habanero	2	2.5 lb	17.4
Chile diente de chucho	2	1.5 lb	16.8
Pepino criollo	2	13 unid.	2.17
Pipián	1	12	1.68
Mora	1	0.5 lb	1.65
Espinaca de arbusto	1	0.4 lb	No disponible
Total			120.36

El presente cuadro se rellenó con listas de precios del ministerio de agricultura, supermercados y tiendas en línea debido a la falta de regulación en los precios de ciertos productos.

6. Análisis de resultados



Se observa en el grafico el desarrollo de plantas de Maiz de la variedad Crucero en altura en metros, correspondientes a una postura a 25 cm entre planta y doble postura con 50 cm entre planta, si bien se observa una diferencia en el crecimiento entre la semana 4 y 5, sus alturas finales son muy similares siendo 1.8 metros para el distanciamiento de 25 cm y 1.76 metros para el distanciamiento de 50 cm, cabe resaltar que únicamente en el distanciamiento de 25 se obtuvieron frutos.

Cuadro 7 comparativa costos e ingresos en sistema tradicional y parcela agroecológica.

Origen	Categoría	Cultivos		
		Maíz	Frijol	Ayote
Tradicional	Costo	5.23	2.50	2.25
	Ingreso	17.6	18.45	175.5
Parcela	Costo	0.00	0.00	0.00
	Ingreso	120.36	120.36	120.36

Al comparar estos datos con los obtenidos en la parcela en las especies de la triada en cuanto a rendimiento es claro que el monocultivo es superior más sería un error juzgarlo como

deficiente por ello como plantea FODESYRAM 2020. Los beneficios van más allá de lo monetario puesto a que una alimentación variada y libre de agroquímicos permite tener una dieta nutritiva, evita padecer obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles conexas como enfermedades por déficit como anemia y desnutrición o por exceso como colesterol, triglicéridos, diabetes, hipertensión, entre otras, además de cuidar de los recursos naturales como el suelo entre otros.

7. Conclusiones

Se descartaron 2 especies ya que no se pudieron implementar debido a que estas se ven seriamente afectadas por zompopos (*Atta mexicana*) y condiciones climáticas en la parcela, además, se dejaron 2 surcos sin trabajar debido a la limitada disponibilidad de tiempo para trabajar en la parcela e indirectamente dar espacio a especies espontaneas que sirvan de hogar a insectos depredadores de plagas y atraer polinizadores.

En relación con el desarrollo de maíz en base a lo experimentado dentro de la parcela el maíz de la variedad crucero dio notablemente mejores resultados al sembrarlo a 25 m entre planta sin mencionar que fue de este distanciamiento el único en el que se obtuvo producción.

Las ganancias estimadas planteadas fueron obtenidas de un área con 84 m² los productores salvadoreños por general trabajan un área denominada tarea la cual puede variar dependiendo de la zona donde nos situemos. Suponiendo un a tarea de 628.8 m² las ganancias estimadas serian de \$900.5 y en un a hectárea serian de \$ 14,321.

8. Recomendaciones

Se recomienda seleccionar especies que se adecuen a las condiciones climáticas, edafológicas y la fauna del terreno a trabajar, bajo las condiciones de este ensayo el ejote de matocho, arveja y la espinaca de arbusto fueron las especies que no lograron desarrollarse.

Se recomienda manejar el distanciamiento de 25 cm por planta de maíz siendo este el distanciamiento que dio mejores resultados siendo este distanciamiento capaz de tener producción al contrario del distanciamiento de 50 cm y doble postura.

Se recomienda determinar el área que se considere puedan trabajar ya que al implementar gran diversidad de especies las labores se complican debido a que cada especie tiene distintas necesidades como tutores, fertilización, entre otros por tanto se recomienda iniciar con una tarea además se recomienda de 2 trabajadores para dar mantenimiento a la parcela.

9. Bibliografía

- Agroecology Fund. (2019). Seeding the movement to reimagine agriculture. Bruselas, Bélgica.
- Altieri, M. A., F. R. Funes-Monzote, and P. Petersen. 2011. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 3-15. doi: 10.1007/s13593-011-0065-6.
- Altieri, M. A. 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Front. Ecol. Environ.* 2: 35-42
- Altieri, M. A. 2009a. Agroecology, small farms and food sovereignty. *Mon. Rev.* 61: 102-112. doi: 10.14452/MR-061-03-2009-07_8.
- Altieri, M. A. 2009b. La agricultura moderna: Impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley, CA, USA
- CENTA. 2018. CULTIVO DE MAÍZ CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA PROGRAMA DE GRANOS BÁSICOS (*Zea mays* L.).
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2022. Milpa, un sistema fundamental para la seguridad alimentaria. Consultado el 30 de agosto de 2024. Disponible en <https://www.cimmyt.org/es/noticias/milpa-un-sistema-fundamental-para-la-seguridadalimentaria/>
- Ebel, R.; Pozas Cárdenas, J.G.; Soria Miranda, F.; Cruz González, J. 2017. Organic milpa: yields of maize, beans, and squash in mono-and polycropping systems (en línea). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas. Instituto Literario 100, Col. Centro. 50000, Toluca, Estado de México, México. Consultado 21 de sep 2024. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-
- FAO. 2011. Seguridad Alimentaria y Nutricional Conceptos Básicos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica.
- FUNDESYRAM. 2020. CONSUMO RESPONSABLE DE ALIMENTOS SALUDABLES PRODUCIDOS POR PRODUCTORES Y PRODUCTORAS DE LA RED AGROECOLÓGICA DE EL SALVADOR

FUNDESYRAM. 2022. Manejo Orgánico y Ancestral del maíz, frijol y sorgo en relevo. Serie: Agricultura Orgánica.

Gobierno de México. 2020. La milpa, sabores y saberes. Blog de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 12 de septiembre de 2024. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-milpa-saberes-y-sabores?idiom=es>

Gómez Betancur, L. M., Márquez Girón, S. M., & Restrepo Betancur, L. F. (2018). La milpa como alternativa de conversión agroecológica de sistemas agrícolas convencionales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el municipio El Carmen de Viboral, Colombia. *Idesia (Arica)*, 36(1), 123-131.

Gonzales C. 2023. Sustainability evaluation of contrasting milpa systems in the Yucatán Peninsula, Mexico. Springer. Consultado el 19 de septiembre del 2024. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-023-04281-y>

Intagri. SF. La Fenología del Maíz y su Relación con la Incidencia de Plagas consultado el 19 de septiembre de 24. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-fenologia-del-maiz-y-su-relacion-con-la-incidencia-de-plagas>

Iverson, A. L., L. E. Marín, K. K. Ennis, D. J. Gonthier, B. T. Connor, J. L. Remfert, J. Cardinale, and I. Perfecto. 2014. Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 51: 1593-1602. doi: 10.1111/1365-2664.12334.

La Gaceta. 2013. NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE CARACTERIZACIÓN, REGULACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN AGRO ECOLÓGICA. Publicado en La Gaceta No. 123 del 03 de Julio de 2013.

Mariaca M., R. 2011. La milpa en el sur de México. *Ecofronteras* 42: 22-26

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2024. INFORME DIARIO DE PRECIOS DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS. El Salvador. Disponible en <https://www.mag.gob.sv/informe-diario-de-precios-de-productos-agropecuarios/>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2022. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA Dirección General de Economía Agropecuaria El Salvador 2021 – 2022. Anuario de Estadísticas Agropecuarias. Disponible en <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2022/12/Anuario-de-Estad%C3%ADsticas-Agropecuarias-2021-2022.pdf>

- MAG. 2015. Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección General Huetar del Norte. El cultivo de ayote (*cucurbita sp*). Costa Rica. Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1812.pdf>
- Navarro H. 2013. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS: PROBLEMÁTICA Y RIESGO EN MÉXICO. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. vol. 29. Pág. 4564 Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal. México.
- OMS. (2015). Alimentos y bebidas ultra procesados en América Latina, tendencias y efecto sobre la obesidad.
- Ordoñez J. 2021. EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA DEL SISTEMA MILPA INTERCALADA CON ÁRBOLES FRUTALES (MIAF). ESTUDIO DE CASO EN ICALUMTIC, MUNICIPIO DE CHAMULA, CHIAPAS. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO. Tesis. 84 pág.
- RAE (Real Academia Española). 2014. Diccionario de la lengua española.
- Sánchez P; Romero O. 2016. Evaluación de la sustentabilidad del sistema milpa en el estado de Tlaxcala, México
- Sánchez P; Romero O. 2017. El Sistema Milpa y la producción de maíz en la agricultura campesina e indígena de Tlaxcala, México
- UNA (Universidad Nacional Agraria). 2024. Manual técnico para el manejo agronómico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Managua. Nicaragua. Disponible en <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/renf01e77.pdf>

10. Anexos



Anexo 1 micorrizas a utilizar en el empanizado Fuente: Propia

Especie	Fecha de siembra
Maíz	14/9/2024
Frijol	28/9/2024
Pipián	1/9/2024
Okra	14/9/2024
Pepino criollo	1/9/2024
Ajonjolí	14/9/2024
Hierba Mora	14/9/2024
Otoe	22/7/2024
Yuca	1/9/2024
Malanga	22/7/2024
Cúrcuma	22/7/2024
Chaya	21/9/2024
Flor de Jamaica	14/9/2024

Anexo 2 Fechas de siembra directa de los cultivos

Especie	Fecha de siembra
Chile habanero	28/8/2024
Tomate silvestre	28/8/2024
Espinaca de arbusto	28/8/2024

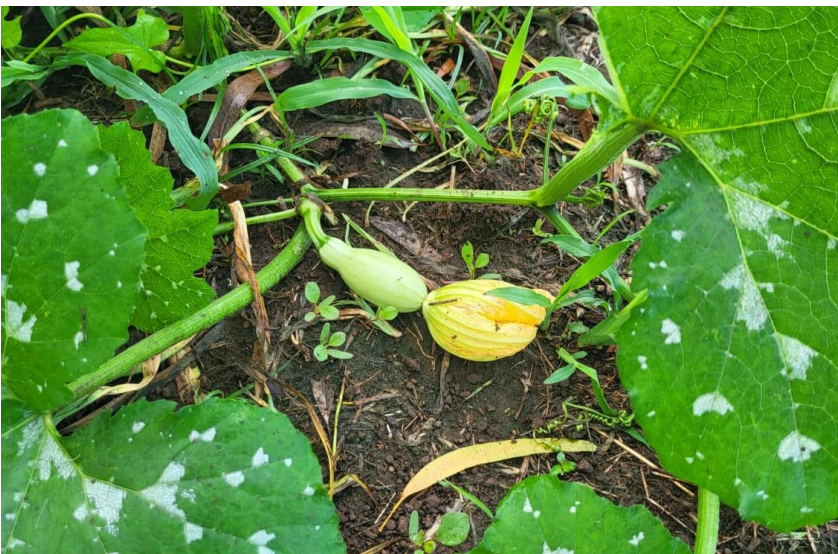
Anexo 3 Fechas de trasplante de cultivos



Anexo 6 plantas de maíz, chaya, oca y vigna.



Anexo 7 planta de chile habanero



Anexo 8 planta de piñón con fruto en formación



Anexo 9 cosecha de piñanes



Anexo 10 fruto de planta de ayote en formación



Anexo 11 elaboración de repelente a base de neem

Evaluación de desarrollo especies de crecimiento convencional				
	Planta 1	Planta 2	Toma 3	Toma 4
Altura				
Grosor de tallo				

Numero de flores				
Numero de frutos				

Anexo 12 Plantilla de evaluación de desarrollo de especies de crecimiento convencional

Evaluación desarrollo especies rastreras y trepadoras				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
Elongación de guía				
Grosor de tallo				
Numero de flores				
Numero de frutos				

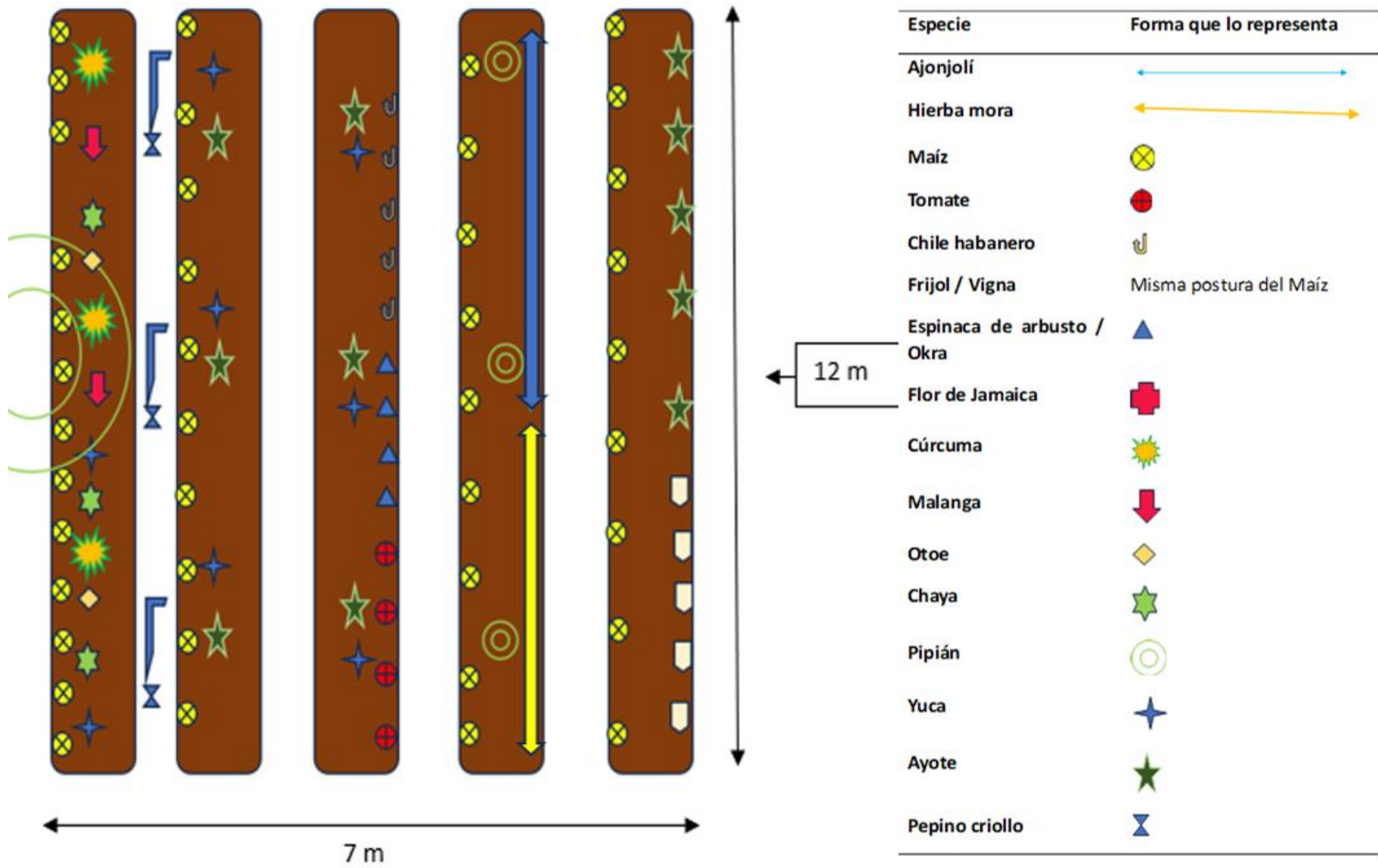
Anexo 13 Plantilla de evaluación de desarrollo de especies rastreras y trepadoras

Etapas fenológicas en días				
Etapas	P 1	P 2	P 3	P 4
VE– Emergencia				
V1 – Primera hoja				
V2 – Segunda hoja				
V4 – Cuarta hoja				
V6 – Sexta hoja				
V10 – Diez hojas				
V14 – Catorce hojas				
VT				
R1				

Anexo 14 Plantilla de evaluación de fenología

Evaluación del rendimiento				
Variable	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
Tamaño del fruto				
Peso del fruto				

Anexo 15 Plantilla de evaluación de rendimiento



Anexo 16 Diseño implementado en la parcela

