



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



**Dirección General
de Investigación**
Universidad de San Carlos de Guatemala

Informe final de Proyecto de Investigación

DIGI-PUI-004

Informe final de proyecto de investigación

Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Investigación

Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente.

**Implementación y Transferencia del Modelo Agroecológico Ch'orti (MACH-RC) para
fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultura de Subsistencia.**

Instituto de Investigación CUNORI

4.8.24.0.74

PhD. Eduardo René Solís Fong.

Coordinador del proyecto

Chiquimula, 27 de febrero del 2026



Informe final de Proyecto de Investigación

Autoridades de la Dirección General de Investigación

Dra. Alice Patricia Burgos Paniagua

Directora General de Investigación

M.Sc. Andrea Eunice Rodas Morán

Coordinador(a) del Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

Autores

PhD. Eduardo René Solís Fong, 20151682

Coordinador del proyecto

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte, 20100322

Investigador

Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz, 20241168

Investigador

Elder Onasis Moscoso Ortiz, 20231018

Auxiliar de investigación I

Marlon Estuardo Sagastume Marroquín, 20250777

Auxiliar de investigación II

El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores. Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la DIGI de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria número: **4.8.24.0.74** en el Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas. Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.

Este informe está licenciado bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). Puede copiarse, distribuirse y adaptarse con la condición de dar crédito a los autores, no usarlo con fines comerciales y compartir cualquier obra derivada bajo la misma licencia. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.



Informe final de Proyecto de Investigación

Índice general

Resumen.....	1
Palabras clave	1
Abstract.....	2
Keywords	2
1. Introducción	3
2. Contexto de la investigación	5
3. Revisión de literatura	6
3.1. Cambio Climático y la Agricultura en la Región Ch'orti'	6
3.2 Impactos del Cambio Climático en la Agricultura de Subsistencia.....	7
3.3. Agroecología como Estrategia para la Resiliencia Climática	9
3.4. Fundamentos Teóricos del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC)	11
3.5. La Escuela de Campo como Estrategia de Transferencia de Conocimiento.....	13
c. Requisitos para elegir el lugar donde se estableció la ECA:	17
d. El proceso de aprendizaje	17
e. Aprendizaje Significativo.....	18
f. Aprender haciendo	19
3.6. Parcelas Demostrativas como Herramienta de Transferencia Tecnológica	19
3.7 Estado del Arte	20
4. Planteamiento del problema	22
5. Objetivos.....	25
6. Método.....	26
6.1. Tipo de investigación.	26
6.2. Enfoque y alcance de la investigación.....	26
6.3. Diseño de la investigación.	27
6.4. Población, muestra y muestreo.	28
Desarrollo de la Escuela de Campo para Agricultores	28
6.5. Técnicas.	43
6.6. Resumen de las variables o unidades de análisis.....	43
6.7. Procesamiento y análisis de la información.....	45
7. Aspectos éticos y legales	46



Informe final de Proyecto de Investigación

8.	Resultados y discusión	47
8.1.	Escuela de Campo (ECA) para promover la adopción de prácticas del modelo MACH-RC	47
a.	Organización y desarrollo de los talleres de capacitación para la transferencia de conocimientos y metodologías de implementación del modelo MACH-RC	48
b.	Talleres de capacitación desarrollados en al Escuela de Campo.	50
c.	Resultados generales y alcances del proyecto MACH-RC	51
8.2	Implementación y Transferencia del modelo MACH-RC	52
d.	Cantidad de parcelas demostrativas y parcelas radiadas	55
8.3	Sistematización del Modelo MACH-RC	56
9	Beneficiarios directos e indirectos	66
10	Estrategia de divulgación y difusión de los resultados.....	67
11	Contribución a las Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND)	69
12	Vinculación.....	70
13	Conclusiones.....	71
14	Recomendaciones	72
	REFERENCIAS	74



Informe final de Proyecto de Investigación

Índice de Tablas

Tabla 1. Etapas de Desarrollo de la Escuela de Campo	29
Tabla 2. Currículo para implementar Modelo MACH-RC.....	33
Tabla 3. Estructura básica para la planificación de una sesión de la ECA.....	37
Tabla 4. Listado de instituciones u organizaciones que conforme el consorcio de actores locales de la cadena de maíz y frijol en la región oriente de Guatemala.....	41
Tabla 5. Distribución de las parcelas de las escuelas de campo establecidas para la propuesta de transferencia e implementación.	42
Tabla 6. Operacionalización de las variables o unidades de análisis.....	43
Tabla 7. Comunidades participantes en el modelo MACH-RC.....	47
Tabla 8. Distribución porcentual de asistencia por género.	49
Tabla 9. Asistencia por sesión y total de participantes por comunidad.	51
Tabla 10. Información general sobre el lugar donde se estableció el modelo MACH-RC.....	53
Tabla 11. Registro del costo total de producción de una tarea de maíz con modelo MACH-RC.....	57
Tabla 12. Rendimientos en parcelas con modelo y bajo producción tradicional por tarea.....	58
Tabla 13. Percepción inicial y expectativas previas al modelo MACH-RC.....	60
Tabla 14. Valoración del aprendizaje y necesidades de capacitación de productores.	63
Tabla 15. Valoración de la transferencia de información y tipos de apoyo requeridos para la comunidad.	64
Tabla 16. Beneficiarios directos e indirectos de la investigación.....	66
Tabla 17. Estrategias de divulgación y difusión de los resultados.....	67



Informe final de Proyecto de Investigación

Índice de figuras

Figura 1. Asistencia promedio de agricultores por sesión.	48
Figura 2. Distribución de prácticas agroecológicas adoptadas del modelo MACH-RC	55
Figura 3. Percepción sobre la realización de las prácticas agroecológicas.....	61
Figura 4. Cambios percibidos en la parcela y la comunidad luego del modelo MACH-RC.....	62
Figura 5. Prácticas agroecológicas que los agricultores planean seguir aplicando en los próximos años.	65



Informe final de Proyecto de Investigación

Resumen

Este proyecto “Implementación y Transferencia del Modelo Agroecológico Ch’orti’ (MACH-RC) para Fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultores de Subsistencia”, desarrollado en el marco de dos Investigaciones Diferenciadas de la DIGI-USAC. El proyecto surgió de investigaciones previas que documentaron prácticas agroecológicas adoptadas por agricultores de la región Ch’orti’ de Guatemala y aborda la problemática de la vulnerabilidad ante condiciones climáticas adversas—como sequías y lluvias esporádicas—que afectan la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. La investigación tuvo como objetivo implementar y transferir el modelo MACH-RC, que integra prácticas tradicionales y tecnologías modernas orientadas a mejorar la calidad y retención de humedad del suelo, con el fin de incrementar la resiliencia climática.

Se empleo un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas, e implementando estrategias participativas a través de redes de agricultores locales. La transferencia del modelo se realizó mediante la ejecución de Escuelas de Campo y parcelas demostrativas, y la recopilación de datos se llevó a cabo mediante encuestas, entrevistas, observación directa y registros agroecológicos, permitiendo evaluar tanto la percepción de los agricultores como el nivel de adopción de las prácticas propuestas.

Los resultados validaron la efectividad del modelo MACH-RC para mejorar la productividad agrícola y fortalecer la resiliencia climática en la región Ch’orti’, facilitando además la transferencia de conocimientos a otras comunidades vulnerables. Los agricultores de subsistencia son los beneficiarios directos, y los productos generados contribuirán a la formulación de estrategias y políticas públicas para el sector agrícola en Guatemala.

Palabras clave

1. Transferencia	2. Modelo	3. Resiliente	4. Subsistencia	5. Practica Agroecología
---------------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------------------



Informe final de Proyecto de Investigación

Abstract

This project, “Implementation and Transfer of the Ch'orti' Agroecological Model (MACH-RC) to Strengthen Climate Resilience in Subsistence Farmers,” was developed within the framework of two Differentiated Research Projects of DIGI-USAC. The project arose from previous research that documented agroecological practices adopted by farmers in the Ch'orti' region of Guatemala and addresses the problem of vulnerability to adverse climatic conditions—such as droughts and sporadic rains—that affect agricultural productivity and food security. The research aimed to implement and transfer the MACH-RC model, which integrates traditional practices and modern technologies aimed at improving soil quality and moisture retention in order to increase climate resilience.

A mixed methodological approach was used, combining quantitative and qualitative techniques and implementing participatory strategies through local farmer networks. The model was transferred through the implementation of field schools and demonstration plots, and data was collected through surveys, interviews, direct observation, and agroecological records, allowing for the evaluation of both farmers' perceptions and the level of adoption of the proposed practices.

It was hoped that the results will validate the effectiveness of the MACH-RC model in improving agricultural productivity and strengthening climate resilience in the Ch'orti' region, while also facilitating the transfer of knowledge to other vulnerable communities. Subsistence farmers will be the direct beneficiaries, and the products generated will contribute to the formulation of strategies and public policies for the agricultural sector in Guatemala.

Keywords

1. Transfer	2. Model	3. Resilient	4. Subsistence	5. Agricultural practice
-------------	----------	--------------	----------------	--------------------------



Informe final de Proyecto de Investigación

1. Introducción

La región Ch'orti', ubicada en el departamento de Chiquimula, en el oriente de Guatemala, está conformada por familias indígenas Ch'orti', quienes dependen principalmente de la agricultura como un medio de vida. Sin embargo, el cambio climático ha provocado, condiciones desfavorables, sequías prolongadas (canículas) y bajas precipitaciones, han contribuido a bajos rendimientos en sus cultivos (maíz y frijol), lo que incrementa la vulnerabilidad alimentaria y socioeconómica de las familias. Ante este escenario, la adopción de modelos con prácticas agroecológicas, que integren conocimientos generacionales y modernos, es una estrategia clave para enfrentar los retos climáticos y mejorar la resiliencia en los sistemas agrícolas (Altieri, 2002).

El Modelo Agroecológico Ch'orti' para la Resiliencia Climática (MACH-RC) es el resultado de dos etapas previas de investigaciones desarrolladas por equipos de investigación de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), financiadas por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). La primera desarrollada en el año 2023, donde se realizó la investigación **“Identificación de prácticas y conocimientos agrícolas que mejoren capacidades de adaptación, en los municipios del área Ch’ortí’, Chiquimula, Guatemala**, para posteriormente en el año 2024 se investiga el **“Impacto de prácticas agroecológicas en el suelo y agua para uso agrícola: revisión de campo en sistema milpa en la región Ch’orti’, Chiquimula”** (ver anexo 3)

Este modelo busca contribuir con una producción resiliente de alimentos y generar sistemas agrícolas sostenibles en la región. Integra prácticas agroecológicas tradicionales como el sistema milpa, la integración de rastrojos, Kuxur Rum, zanjas de infiltración, barreras vivas y muertas, y abonos verdes, las cuales contribuyen a la conservación del suelo, la retención de agua y la microbiología del suelo. La

Informe final de Proyecto de Investigación

transferencia de estas prácticas se llevó a cabo mediante Escuelas de Campo y Parcelas Demostrativas, donde los agricultores fueron capacitados en el uso de estas técnicas sostenibles para mejorar su capacidad de adaptación al cambio climático.

La combinación de saberes generacionales y prácticas modernas puede resultar en sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles, especialmente en comunidades rurales con recursos limitados (Montenegro de Wit, 2022). La implementación de modelos agroecológicos en áreas vulnerables como la región Ch'orti' no solo busca mitigar los efectos del cambio climático, sino también empoderar a las comunidades locales para recuperar y valorar sus conocimientos generacionales. Esta combinación de innovación técnica y prácticas tradicionales ha demostrado ser efectiva en la mejora de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza en las comunidades rurales de América Latina (Geiger et al., 2014).

El objetivo fue la implementación y transferencia del modelo agroecológico MACH-RC, con el fin de aumentar la productividad agrícola y mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades Ch'orti' a las condiciones climáticas cambiantes, reduciendo su vulnerabilidad y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles que mejoren tanto la productividad como la conservación del medio ambiente (International Fund for Agricultural Development [IFAD], 2021).

Finalmente, el proyecto tuvo relevancia debido a que los esfuerzos gubernamentales para mitigar los efectos del cambio climático en estas áreas han sido insuficientes. Esto subraya la necesidad de enfoques innovadores, codiseñados y participativos, que involucren a las comunidades desde la planificación hasta la ejecución, asegurando la apropiación del conocimiento y su sostenibilidad a largo plazo.

Informe final de Proyecto de Investigación

2. Contexto de la investigación

El Modelo Agroecológico Ch'orti' para la Resiliencia Climática (MACH-RC) se implementó en la región Ch'orti', situada en el oriente de Guatemala, específicamente en el departamento de Chiquimula. Esta área, de extensión predominantemente rural, se caracteriza por terrenos montañosos y suelos poco fértiles, lo que limita la viabilidad de la agricultura tradicional.

Desde el punto de vista climático, la región presenta un clima seco y semiárido, con prolongados períodos de sequía y lluvias irregulares que agravan la vulnerabilidad de los agricultores de subsistencia (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2022). Las familias indígenas Ch'orti' dependen principalmente de la agricultura de subsistencia, enfrentando desafíos provocados por el cambio climático y la degradación ambiental, incluidos los suelos, lo que ha afectado su producción agrícola y seguridad alimentaria (Wanger et al., 2020). Estas condiciones extremas han impactado significativamente la producción agrícola, generando problemas en la seguridad alimentaria de la población local. Según un estudio del Programa Mundial de Alimentos (FAO, 2017), el 67% de las familias en la zona experimentan inseguridad alimentaria debido a la pérdida de cosechas ocasionada por eventos climáticos extremos, lo que evidencia la urgente necesidad de implementar estrategias de adaptación climática sostenibles (Sistema Guatemalteco de Cambio Climático [SGCCC], 2019).

En el ámbito sociocultural e histórico, las comunidades indígenas Ch'orti', descendientes directos de los mayas, mantienen una relación ancestral y profunda con la tierra. No obstante, la marginación histórica y la falta de acceso a insumos agrícolas y tecnologías han incrementado la pobreza y la vulnerabilidad de estas comunidades frente a la degradación ambiental y los efectos del cambio climático (FAO, 2022).

Informe final de Proyecto de Investigación

Frente a este escenario, la adopción de prácticas agroecológicas adaptativas se presenta como una solución integral para proteger los recursos naturales y mejorar la resiliencia climática (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN], 2016). El proyecto se desarrolló durante un período de ocho meses en el 2025, en los meses de marzo a octubre, focalizándose en la cuenca de los ríos Torja, Karkaj y Jupilingo. Se beneficiaron directamente 100 familias de agricultores de subsistencia, quienes recibieron capacitaciones y apoyo técnico para optimizar sus prácticas agrícolas. De manera indirecta, se esperó que los beneficios se extendieron a aproximadamente 750 personas adicionales, a través de la mejora en la productividad y la seguridad alimentaria.

En resumen, este proyecto se enmarca en un contexto definido por adversas condiciones geográficas y climáticas, así como por desafíos socioculturales y políticos que han afectado históricamente a la región Ch'orti' de Chiquimula. La iniciativa se presenta como una estrategia clave para fortalecer la resiliencia de las comunidades vulnerables mediante la implementación de un modelo agroecológico adaptado a sus necesidades y realidades.

3. Revisión de literatura

3.1. Cambio Climático y la Agricultura en la Región Ch'orti'

El cambio climático ha alterado profundamente los ecosistemas agrícolas en todo el mundo, con efectos particularmente graves en las regiones vulnerables de países en desarrollo como Guatemala. En la región Ch'orti', las comunidades indígenas enfrentan desafíos ambientales, económicos y sociales que han mermado su capacidad de producción agrícola, lo que a su vez ha aumentado su vulnerabilidad socioeconómica. La degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y los patrones climáticos erráticos se han convertido en problemas críticos. En respuesta, la adopción de prácticas agroecológicas que integran conocimientos generacionales

Informe final de Proyecto de Investigación

y tecnologías modernas ha surgido como una estrategia fundamental para mejorar la resiliencia de estas comunidades (Nicholls et al., 2017).

La región Ch'orti' es una de las zonas más vulnerables a los impactos del cambio climático en Guatemala, caracterizada por largos periodos de sequía e intensas lluvias estacionales, que resultan en la erosión del suelo y la pérdida de fertilidad. Las comunidades Ch'orti', que dependen mayormente de la agricultura de subsistencia, han visto disminuidas sus cosechas debido a estas fluctuaciones climáticas, lo que ha llevado a una mayor inseguridad alimentaria.

3.2 Impactos del Cambio Climático en la Agricultura de Subsistencia

De acuerdo con Chamo Molina (2023), el cambio climático es un problema global que afecta el crecimiento económico y la seguridad alimentaria. Se proyecta un aumento de temperatura entre 1.4 °C y 5.8 °C, con impactos diferenciados entre regiones. En Guatemala, la variabilidad climática ha incrementado la frecuencia de sequías y lluvias irregulares, especialmente en el corredor seco, afectando directamente la producción agrícola (Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019; Consejo Agropecuario Centroamericano, 2014). En este contexto, la agricultura de subsistencia presenta alta vulnerabilidad debido a su dependencia del clima y limitado acceso a tecnología (Pérez, 2020).

Guatemala es especialmente susceptible a estos efectos, ya que la agricultura constituye un pilar de la economía rural y fuente principal de subsistencia. Los cambios en precipitación, el aumento de temperatura y los eventos extremos han reducido los rendimientos y aumentado la inseguridad alimentaria en comunidades rurales (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022). Cultivos como maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), base de la dieta nacional, son altamente sensibles al estrés hídrico, lo que limita la resiliencia de los productores ante

Informe final de Proyecto de Investigación

condiciones climáticas adversas (Consejo Agropecuario Centroamericano, 2014; Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019).

Según Viguera et al. (2019) se espera que, a consecuencia del cambio climático, cultivos como el café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sean menos productivos en América Central. Esto perjudicará la economía regional y los medios de vida de los pequeños productores, quienes dependen de estos cultivos para su seguridad alimentaria y bienestar. Es necesario entender cómo el cambio climático está afectando a los pequeños productores agrícolas en Guatemala para promover medidas que permitan enfrentar estos cambios. Para lograr una mayor respuesta adaptativa de los pequeños productores y para promover el uso de prácticas que incrementen su resiliencia, es necesario incrementar el apoyo técnico, financiero y político orientado a facilitar la adaptación de los pequeños productores ante el cambio climático (Viguera et al., 2019).

Los estudios han analizado estos impactos en la producción y la economía a lo largo de las décadas. Un método ampliamente utilizado es el enfoque ricardiano, desarrollado por Mendelsohn et al. (1994), que permite evaluar cómo los productores agrícolas ajustan su producción e ingresos ante variaciones climáticas. En Guatemala, donde las condiciones de vulnerabilidad son elevadas, es esencial continuar investigando estrategias de adaptación y mitigación para enfrentar los efectos del cambio climático y garantizar la sostenibilidad del sector agrícola.

En la región Ch'orti' de Guatemala, los principales problemas agrícolas están relacionados con la erosión del suelo, la degradación de los recursos hídricos y la baja productividad agrícola. Un estudio realizado por Pérez-Ramírez et al. (2015) señala que la erosión del suelo ha reducido considerablemente la fertilidad de las tierras cultivables, afectando de manera directa la producción de maíz y frijol, los cultivos base de la dieta local. Este problema se ve agravado por la falta de acceso

Informe final de Proyecto de Investigación

a tecnologías agrícolas sostenibles y recursos financieros, lo que perpetúa un ciclo de baja productividad y pobreza. Además, la gestión inadecuada de los recursos hídricos en esta región ha experimentado la escasez de agua, particularmente en épocas de sequía prolongada (FAO, 2022).

La agricultura de subsistencia es el pilar económico de las comunidades Ch'orti', pero esta dependencia ha generado serias implicaciones para la seguridad alimentaria. Al depender principalmente de cultivos de maíz y frijol, las familias rurales son extremadamente vulnerables a las variaciones climáticas y a la degradación de los suelos. En un artículo publicado en *Food Security*, Lopez-Ridaura et al. (2019) afirman que "la agricultura de subsistencia en áreas rurales de Guatemala está en riesgo de colapsar debido a la falta de acceso a tecnologías resilientes y la ausencia de infraestructura para gestionar adecuadamente los recursos hídricos". Además, el cambio climático ha exacerbado las pérdidas en la producción agrícola, lo que ha llevado a una mayor inseguridad alimentaria en las comunidades rurales de esta región.

3.3. Agroecología como Estrategia para la Resiliencia Climática

La agroecología se ha consolidado como un enfoque clave para enfrentar los desafíos impuestos por el cambio climático en las zonas rurales de Guatemala. Este enfoque combina conocimientos generacionales con técnicas modernas para la gestión sostenible de los recursos naturales, mejorando así la capacidad de adaptación de las comunidades agrícolas (Nicholls et al., 2017). Los estudios de agroecología en América Latina han demostrado que las prácticas como el uso de cultivos intercalados, la rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica en los suelos son efectivas para aumentar la resiliencia climática y la producción sostenible (Miguel A. Altieri; Clara I. Nicholls; Marta Astier; Luis Vasquez; Alejandro Heano; Agustín Infante, 2021) .

Informe final de Proyecto de Investigación

- Agroecología en Guatemala y América Latina

La agroecología se ha consolidado como un enfoque científico para enfrentar los desafíos del cambio climático en sistemas agrícolas vulnerables. Este enfoque integra principios ecológicos con conocimientos tradicionales, promoviendo sistemas productivos más resilientes y sostenibles. Según Altieri (2002), la agroecología fortalece la capacidad de los agroecosistemas para responder ante perturbaciones climáticas. En América Latina, ha sido impulsada como una alternativa viable para pequeños productores, al reducir la dependencia de insumos externos y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Altieri & Nicholls, 2017).

En Guatemala, la agroecología ha cobrado relevancia en contextos de agricultura de subsistencia, donde las limitaciones de acceso a tecnología y recursos productivos requieren enfoques adaptativos. Estudios desarrollados por instituciones nacionales evidencian que la implementación de prácticas agroecológicas contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, el uso eficiente del agua y la estabilidad productiva en sistemas rurales (Pérez, 2020; Dirección General de Investigación, 2020). Estos resultados resaltan el potencial de la agroecología como una estrategia viable para fortalecer la sostenibilidad agrícola en el país.

En regiones como el corredor seco, caracterizadas por sequías recurrentes y degradación de suelos, la agroecología se posiciona como una herramienta clave para la adaptación climática. Investigaciones en Guatemala demuestran que prácticas como el uso de abonos orgánicos, cobertura vegetal y conservación de suelos favorecen la retención de humedad y la resiliencia productiva (Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024). En este contexto, el modelo MACH-RC representa una propuesta contextualizada que integra conocimientos generacionales con prácticas técnicas adaptadas a las condiciones locales.

Informe final de Proyecto de Investigación

3.4. Fundamentos Teóricos del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC)

- Características del Modelo Agroecológico Ch'orti'

Los estudios previos en la implementación de modelos agroecológicos en comunidades indígenas revelan que estos enfoques no solo son efectivos para la sostenibilidad ambiental, sino también para el fortalecimiento de las identidades culturales y el empoderamiento de las comunidades locales (Tocino et al., 2020). En la región de los Altos de Chiapas, por ejemplo, un estudio llevado a cabo por Radel y Schmook (2018) demostró que la implementación de técnicas agrícolas tradicionales en combinación con métodos modernos resultó en una mayor seguridad alimentaria y una mejora en la calidad del suelo. Este tipo de hallazgos son esenciales para fundamentar la viabilidad del modelo MACH-RC en la región Ch'orti'. Este modelo constituyó etapas de investigación desarrolladas por equipos investigadores de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, con el apoyo financiero de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala -DIGI-USAC.

ETAPA 1 Año 2023 (Investigación)	ETAPA 2 Año 2024 (Investigación -generación del modelo)	ETAPA 3 Año 2025 Tranferencia e Implementación del Modelo MACH-RC
•Identificación de prácticas y conocimientos agrícolas que mejoren capacidades de adaptación, en los municipios del área Ch'orti', Chiquimula, Guatemala.	•Impacto de prácticas agroecológicas en el suelo y agua para uso agrícola: revisión de campo en sistema milpa en la región Ch'orti', Chiquimula	•Implementación y Transferencia del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC) para Fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultores de Subsistencia." DIGI-CUNORI-USAC

- Descripción del MACH-RC: prácticas, objetivos y resultados esperados.

El MACH-RC integra una serie de técnicas agroecológicas tradicionales y modernas que buscan fortalecer la resiliencia climática de los agricultores de subsistencia en la región Ch'orti'. Las claves prácticas incluyen:

Informe final de Proyecto de Investigación

- a. **Integración de rastrojos:** Consiste en la reutilización de restos de cultivos como cobertura para el suelo, mejorando su estructura y capacidad de retener humedad
- b. **Kuxur Rum:** El sistema agroforestal Kuxur rum consiste en el establecimiento de una plantación de árboles o arbustos en hileras con un distanciamiento de 1 a 1.5 metros entre plantas, regularmente se utilizan plantas leguminosas como el madre cacao (*Gliricidia sepium*).
- c. **Barreras muertas y vivas:** Uso de estructuras físicas, como ramas o piedras (muertas) y plantas (vivas), para frenar la erosión en laderas y conservar la humedad del suelo.
- d. **Abonos verdes:** Implementación de cultivos de cobertura que, además de mejorar la estructura del suelo, aportan nutrientes y aumentan la biodiversidad.
- e. **Zanjas de infiltración:** Cavas diseñadas para captar agua de lluvia y dirigirla hacia el subsuelo, ayudando a conservar la humedad durante las sequías.
- f. **Acequias:** Estructura construida para el control de la erosión hídrica para tierras escarpadas. Promueve el aumento de la humedad de suelo, a través de la infiltración y conducción del agua hacia pozos de absorción. Se construye en pendientes de terreno de 10 a 50%. Estas prácticas se implementan en parcelas demostrativas, donde los agricultores pueden observar sus efectos, y se enseñan en escuelas de campo, promoviendo el aprendizaje práctico y participativo.

- El MACH-RC tiene los siguientes fines:

- a. **Fortalecer la resiliencia climática** de los agricultores de subsistencia en la región Ch'orti', mediante la adopción de prácticas agroecológicas.
- b. **Transferir conocimientos tradicionales y modernos** a los agricultores locales, facilitando la adopción de técnicas agrícolas sostenibles.
- c. **Aumentar la fertilidad de los suelos agrícolas** en condiciones de variabilidad climática, mejorando los rendimientos de los cultivos.

Informe final de Proyecto de Investigación

d. **Promover la sostenibilidad ecológica** y la conservación de los recursos naturales locales, como el suelo y el agua.

- **Resultados esperados:**

- a. **Contribuir con una mejora en la fertilidad de los suelos agrícolas:** Se espera que las familias agrícolas aumenten su rendimiento, incluso bajo condiciones climáticas adversas, reduciendo la vulnerabilidad socioeconómica.
- b. **Conservación de los recursos naturales:** Las técnicas de conservación del suelo y agua, como las zanjales de infiltración y las barreras vivas, mitigarán la erosión y mejorarán la fertilidad del suelo.
- c. **Empoderamiento comunitario:** A través de las ECA's, existe una apropiación de los conocimientos transmitidos, promoviendo la replicación de las prácticas agroecológicas dentro de sus comunidades.
- d. **Adaptación climática:** El uso de técnicas tradicionales, combinado con innovaciones modernas, permitirá a las comunidades adaptarse mejor a las fluctuaciones climáticas, como sequías o lluvias irregulares.

Este enfoque agroecológico no solo busca aumentar la capacidad productiva, sino que también promueve una relación sostenible y culturalmente relevante con el entorno, respetando los conocimientos generacionales de los pueblos indígenas Ch'orti'.

3.5. La Escuela de Campo como Estrategia de Transferencia de Conocimiento

- **Escuela de campo de agricultores (ECAs)**

La Escuela de Campo (ECA) es una metodología participativa de educación no formal orientada a adultos, en la que facilitadores y familias rurales intercambian conocimientos mediante el aprendizaje práctico. Este enfoque se basa en la experimentación directa y el análisis del agroecosistema, utilizando la parcela como

Informe final de Proyecto de Investigación

principal espacio de aprendizaje. Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014), las ECAs promueven el desarrollo de capacidades locales, fortaleciendo la toma de decisiones y el empoderamiento de los productores. En cada sesión, los participantes analizan su contexto productivo y generan soluciones adaptadas a sus condiciones (FAO, 2011).

La metodología fomenta la participación de productores, junto con un facilitador que promueve una relación horizontal basada en el intercambio de conocimientos técnicos y locales. Las ECAs se desarrollan mediante actividades vivenciales, trabajo grupal, ejercicios prácticos y aprendizaje por descubrimiento (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014). Este enfoque permite que los agricultores comprendan mejor sus sistemas productivos y adopten prácticas sostenibles de manera contextualizada.

A través de las ECAs, las familias rurales se organizan para identificar problemas y proponer soluciones relacionadas con sus sistemas de producción y condiciones de vida. Este proceso fortalece el aprendizaje colectivo mediante la observación, el análisis y la experimentación, facilitando la adaptación de nuevas prácticas agrícolas. De esta forma, se promueve la mejora continua de las condiciones productivas y el fortalecimiento de la resiliencia en los sistemas agrícolas locales.

El facilitador desempeña un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que debe generar confianza, promover la participación y facilitar la toma de decisiones. Entre sus principales características destacan la capacidad de comunicación, creatividad, análisis y conocimiento técnico en sistemas productivos. Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011), el facilitador debe actuar como un mediador del conocimiento, fomentando el aprendizaje colectivo y el desarrollo de habilidades en los participantes

Informe final de Proyecto de Investigación

Pasos para el establecimiento y desarrollo de las ECA's

a. Selección de la comunidad y los participantes

Para la selección de la comunidad para el establecimiento de una ECA se tomó en cuenta algunos criterios, los cuales deben responder a condiciones técnicas, sociales y de accesibilidad que favorezcan la implementación de la metodología (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011; Pretty, 1995).

- En primer lugar, se ubicó en un lugar accesible, que no esté lejos de los participantes y que la mayoría de las familias de la comunidad cultive el rubro en que se desarrollará la ECA, lo cual facilita la participación continua y la pertinencia del proceso de aprendizaje (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).
- Se consideró el potencial productivo de las comunidades, ya que este influye en la adopción de prácticas y en la generación de resultados dentro del proceso de aprendizaje (Pretty, 1995).
- En lo posible se seleccionaron comunidades con cierto grado de organización, lo cual facilita la coordinación y el desarrollo de procesos participativos (Chambers, 1994).
- Considerar la concentración de la población en las zonas del entorno, evitando lugares aislados o distantes, ya que la cercanía favorece la interacción y continuidad de los participantes (Chambers, 1994; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

Informe final de Proyecto de Investigación

b. Selección de las personas participantes

- Deseos de aprender, como elemento clave para el aprendizaje participativo (Pretty, 1995).
- Disposición al cambio y la innovación, lo cual favorece la adopción de nuevas prácticas agrícolas (FAO, 2011).
- Disposición a compartir las experiencias, promoviendo el aprendizaje colectivo (Chambers, 1994).
- Ejercer papel protagónico en la demostración de tecnologías y compartir conocimientos en su comunidad (familia demostradora), fortaleciendo la extensión horizontal (FAO, 2011).
- Dedicar el tiempo que la ECA requiere (ser constante en el desarrollo de la ECA/reunión semanal), lo cual es fundamental para la continuidad del proceso (FAO, 2011).
- Personas con intereses comunes en el cultivo a desarrollar en la ECA, lo que permite mayor pertinencia del aprendizaje (Pretty, 1995).
- Participar en pareja, favoreciendo la inclusión y la toma de decisiones a nivel familiar (FAO, 2011).
- Vivir cerca del lugar donde se establecerá la ECA, facilitando la asistencia y participación constante (Chambers, 1994)

El grupo estuvo conformado por 25 a 30 personas con intereses comunes, por ejemplo, que desarrollen el mismo cultivo en la zona, lo cual es recomendado para facilitar el aprendizaje colectivo y la interacción entre participantes (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011). Las actividades de las ECA se realizaron principalmente en la parcela de aprendizaje; sin embargo, el lugar designado contó con un área sombreada cercana para el desarrollo de cápsulas agrícolas, espacios de reflexión y análisis agroecológico, lo cual fortalece el proceso de aprendizaje participativo (FAO, 2014).

Informe final de Proyecto de Investigación

La parcela estuvo situada en un lugar estratégico dentro de la comunidad, considerando su accesibilidad y representatividad de las condiciones locales. Su tamaño dependió del cultivo establecido, en función de las prácticas a implementar. Contiguo a la parcela de aprendizaje se estableció una parcela manejada con la tecnología tradicional de la familia productora, la cual sirvió como referencia para la comparación de las prácticas implementadas. Este enfoque permite evaluar de manera práctica los efectos de las innovaciones agrícolas en condiciones reales de producción, facilitando su comprensión y adopción por parte de los agricultores (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011; Dirección General de Investigación, 2020).

c. Requisitos para elegir el lugar donde se estableció la ECA:

- Accesibilidad del lugar
- Compromiso de disponer de tierra para la ECA
- El terreno de la ECA debe de ser representativo de la zona
- Ofrecer lugar para protección de la lluvia
- Acceso servicios sanitario, agua
- Con un lugar para las reuniones grupales
- Compromiso de aplicar y difundir conocimientos (Escobar Betancourt, 2011).

d. El proceso de aprendizaje

Se propuso ubicar a los facilitadores de formación continua en una posición estratégica, con el objetivo de potenciar las competencias necesarias y fomentar la gestión del conocimiento. Esto incluyó habilidades que van más allá de las competencias específicas asociadas al puesto de trabajo, a incluir aquellas que son transferibles a otros entornos laborales y sociales. Los profesionales deben fortalecer a sus educandos en el manejo del conocimiento (Perassi, 2008).

Informe final de Proyecto de Investigación

Se establece una distinción entre enseñar y aprender. Enseñar es un conjunto de actividades centradas en los procesos mentales del facilitador (profesor, tutor, instructor), mientras que aprender se refiere a las actividades que involucran los procesos mentales del estudiante o aprendiz. Aunque sería más adecuado hablar de "conocimiento" dentro de la psicopedagogía del conocimiento, aceptaré el término "aprendizaje" en un sentido más amplio (García Miranda, 2003).

Este enfoque da lugar a un nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje, en el cual el modelo didáctico está subordinado al proceso de aprendizaje. Los esfuerzos educativos se concentran en el individuo que aprende, y una buena estrategia de enseñanza debe facilitar que el educando adquiera y organice nuevos conocimientos a partir de las diferentes clases impartidas.

e. Aprendizaje Significativo

Aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto.

De acuerdo con Perassi (2008) estos son los principios mencionados por Ausubel, para el aprendizaje significativo.

¿Qué implicaciones se derivan de esta afirmación? ¿Qué supone este principio fundamental y qué rasgos nos obliga a considerar?

- Lo que el alumno ya sabe: su estructura cognitiva.
- Hay que averiguarlo: investigar la estructura cognitiva pre-existente; conocer la estructura cognitiva; tener informaciones sobre la misma.
- Enseñar de acuerdo con eso: basar la enseñanza en lo que el alumno ya sabe; identificar los conceptos organizadores básicos de lo que va a ser

Informe final de Proyecto de Investigación

enseñado y utilizar recursos y principios que faciliten el aprendizaje significativo.

f. Aprender haciendo

De acuerdo (García Miranda, 2003), la práctica genera un sentido de pertenencia y apropiación por la acción que se realiza. En la que en la demostración de métodos incorporando al agricultor, siempre con la participación guiada de un facilitador, el agricultor observa las diferentes situaciones, que, al desarrollarlas, generan habilidades y destrezas obteniendo una construcción de conocimientos, que se puede transmitir a los interesados que hacen parte del contexto.

3.6. Parcelas Demostrativas como Herramienta de Transferencia Tecnológica

- Definición y Función de las Parcelas Demostrativas

Las parcelas demostrativas son áreas establecidas dentro de comunidades rurales o centros de investigación, donde se implementan prácticas agrícolas específicas con el fin de enseñar a los agricultores a través de la observación y la práctica. Según Maat y Glover (2012), las parcelas demostrativas permiten que los agricultores vean de manera tangible los resultados de nuevas tecnologías o técnicas agrícolas, lo que facilita su adopción al generar confianza en los métodos presentados. Esta herramienta de transferencia tecnológica es particularmente eficaz en contextos de baja alfabetización, donde el aprendizaje práctico supera las limitaciones. En la transferencia tecnológica, las parcelas demostrativas sirven como un espacio de validación y experimentación en el cual los agricultores pueden interactuar directamente con las innovaciones propuestas (Montenegro de Wit, 2022). Este enfoque se basa en la teoría del aprendizaje participativo.

- La Agroecología y las Parcelas Demostrativas

El enfoque agroecológico, que promueve la integración de prácticas sostenibles basadas en principios ecológicos, se encuentra en las parcelas demostrativas un

Informe final de Proyecto de Investigación

medio idóneo para su disseminación. Chowa et al. (2013) argumenta que las prácticas agroecológicas, tales como la rotación de cultivos, el uso de abonos verdes y la conservación de suelos, pueden ser mejores comprendidas y adoptadas por los agricultores cuando se observan directamente en parcelas demostrativas. Este enfoque práctico permite que los agricultores adapten las técnicas.

- Impacto de las Parcelas Demostrativas en la Adopción de Prácticas Sostenibles
Estudios recientes muestran que las parcelas demostrativas aumentan significativamente la tasa de adopción de nuevas prácticas agrícolas. Por ejemplo, una investigación realizada por Chowa et al. (2013) en Zambia mostraron que los agricultores que participaron en actividades de parcelas demostrativas adoptan técnicas de conservación de suelo y agua a un ritmo mucho más rápido que aquellos que solo recibieron capacitación teórica. Asimismo, esta metodología fomenta un mayor sentido de propiedad y compromiso entre los agricultores, lo que refuerza la sostenibilidad a largo plazo de las prácticas.

3.7 Estado del Arte

Estudios recientes sobre agroecología en Guatemala, ha puesto de manifiesto la importancia de los sistemas agroecológicos en la promoción de la sostenibilidad agrícola en Guatemala. Un estudio de Boyd & Spencer (2022), exploró las barreras y oportunidades para la adopción de prácticas agroecológicas en comunidades rurales, encontrando que la educación, el acceso a recursos y el apoyo institucional son factores críticos para el éxito de estos programas. Asimismo, la investigación de Chamo Molina (2023) en la cuenca del Motagua mostraron que la implementación de zanjas de infiltración y barreras vivas contribuye significativamente a la conservación del agua y del suelo en zonas semiáridas, un hallazgo relevante para la región Ch'orti'.

Informe final de Proyecto de Investigación

La implementación de prácticas como la integración de rastrojos, abonos verdes y zanjales de infiltración ha mostrado resultados positivos en términos de conservación de suelos y aumento de la productividad agrícola en regiones con características similares a las de Chiquimula (Altieri et al., 2021). Estas prácticas, adaptadas a las condiciones locales, son clave para mitigar los efectos adversos del cambio climático. Sin embargo, existe una necesidad urgente de documentar adecuadamente la eficacia y adaptabilidad de estas prácticas en contextos culturales específicos, como el de la comunidad Ch'orti', lo que representa una brecha de conocimiento que esta investigación busca llenar (Martínez-Aguilar et al., 2020).

En estudios previos, la investigación sobre agroecología ha utilizado predominantemente enfoques cualitativos y cuantitativos, integrando la investigación participativa y la experimentación en campo. Los estudios de Altieri (2002) emplearon una combinación de entrevistas a profundidad con agricultores, observación participativa y análisis de suelo para evaluar la efectividad de las técnicas agroecológicas. Este enfoque permite no solo la recopilación de datos científicos rigurosos, sino también una mayor comprensión de las percepciones y conocimientos locales sobre las prácticas agrícolas sostenibles.

El uso de parcelas demostrativas y escuelas de campo ha sido una metodología ampliamente utilizada para la transferencia de tecnologías y prácticas agroecológicas en comunidades rurales. Estas metodologías permiten a los agricultores experimentar y adaptarse a las nuevas prácticas en sus propios terrenos, facilitando la adopción a largo plazo. La investigación también ha destacado la importancia de la participación comunitaria en todas las etapas del proceso de implementación para garantizar la sostenibilidad y replicabilidad del modelo agroecológico.

Informe final de Proyecto de Investigación

4. Planteamiento del problema

La región Ch'orti', ubicada en el departamento de Chiquimula, en el oriente de Guatemala, enfrenta una serie de desafíos ambientales y sociales provocados por el cambio climático y la degradación de los recursos naturales. Las comunidades indígenas Ch'orti', quienes dependen principalmente de la agricultura de subsistencia, se ven cada vez más afectadas por fenómenos como sequías prolongadas, lluvias escasas y la erosión de los suelos. A pesar de contar con un vasto conocimiento generacional sobre prácticas agrícolas sostenibles, estas comunidades carecen del acceso a tecnologías modernas y del apoyo institucional necesario para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Esta situación ha resultado en una disminución sostenida en la productividad agrícola, afectando su seguridad alimentaria y aumentando su vulnerabilidad económica (Wanger et al., 2020).

A nivel nacional, las políticas y programas dirigidos a mitigar los efectos del cambio climático en comunidades agrícolas han sido limitados, especialmente en regiones vulnerables como la región Ch'orti'. Diversos estudios señalan que muchas intervenciones se han centrado en soluciones de corto plazo, sin integrar adecuadamente las particularidades culturales ni los conocimientos locales (Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020). Esta falta de articulación entre políticas públicas y realidades territoriales ha restringido la efectividad de las estrategias de adaptación en comunidades rurales.

En este contexto, se identifica una brecha entre las necesidades de las comunidades y las soluciones propuestas desde el ámbito institucional, lo cual evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones focalizadas que promuevan modelos adaptativos contextualizados y de fácil adopción. En Guatemala, se ha reconocido la importancia de fortalecer enfoques participativos y territorializados

Informe final de Proyecto de Investigación

que integren conocimientos locales para mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022).

A pesar de las múltiples iniciativas agroecológicas implementadas en Guatemala, aún existen limitaciones en la documentación sistemática de modelos integrales que articulen conocimientos generacionales con técnicas modernas, especialmente en regiones como el área Ch'orti'. Estudios nacionales señalan que, aunque se han promovido prácticas sostenibles, persisten desafíos en la generación de evidencia sobre su adaptación a contextos socioculturales específicos (Pérez, 2020; Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019). Asimismo, la investigación disponible ha tendido a abordar la producción agrícola de forma general, con menor énfasis en la contextualización de prácticas agroecológicas en territorios con identidad cultural propia.

En este contexto, el proyecto investigó la implementación y transferencia del Modelo Agroecológico Ch'orti' para la Resiliencia Climática (MACH-RC), con el objetivo de analizar cómo las comunidades locales pueden adoptar prácticas sostenibles que integren conocimientos generacionales y técnicas modernas. Este tipo de enfoques ha sido reconocido como relevante para fortalecer la resiliencia climática en sistemas agrícolas de subsistencia, especialmente cuando se basa en procesos participativos y adaptados al territorio (Dirección General de Investigación, 2020; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024). En particular, se promovieron prácticas relacionadas con la conservación de suelos, la gestión del agua y el fortalecimiento de la biodiversidad productiva.

El propósito de esta investigación fue transferir e implementar un modelo con potencial de replicabilidad en otras comunidades vulnerables de Guatemala y regiones con condiciones similares. Diversos estudios destacan la importancia de

Informe final de Proyecto de Investigación

generar evidencia local que contribuya al diseño de políticas públicas más pertinentes y adaptadas a las realidades rurales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020; Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático, 2019). En este sentido, la investigación aportó elementos para fortalecer estrategias de resiliencia climática y sostenibilidad agrícola desde un enfoque territorial.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles fueron los factores clave que determinan la efectividad del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC) en la resiliencia climática de los agricultores de subsistencia?
- ¿Cómo pudieron las comunidades Ch'orti' adaptar sus conocimientos generacionales a las nuevas prácticas agroecológicas promovidas por el modelo MACH-RC?
- ¿Qué barreras enfrentaron los agricultores de subsistencia para adoptar prácticas agroecológicas y cómo pueden superarse mediante la transferencia de conocimientos?
- ¿Qué impacto tuvo la implementación del modelo MACH-RC en la seguridad alimentaria y la economía local a corto y largo plazo?

Informe final de Proyecto de Investigación

5. Objetivos

General:

Fortalecer la resiliencia climática y la seguridad alimentaria de los agricultores de subsistencia campesina de la región Ch'ortí, mediante la transferencia del Modelo Agroecológico Ch'ortí para la resiliencia climática (MACH-RC), junto con las prácticas agrícolas sostenibles y conocimientos generacionales

Específicos:

- Diseñar y ejecutar una Escuelas de Campo (ECA) que promuevan la adopción de prácticas agroecológicas del modelo MACH-RC en la producción de maíz y frijol, asegurando la participación activa de agricultores locales de la región Ch'ortí.
- Implementar parcelas demostrativas en diferentes aldeas de la región Ch'orti' para la difusión y demostración de la efectividad del modelo MACH-RC en la mejora de los suelos y la retención de humedad.
- Comparar el rendimiento de las parcelas que implementan el modelo MACH-RC transferido en las ECA frente a parcelas de control, para determinar los efectos en el rendimiento y en la disponibilidad de alimentos para el autoconsumo.
- Generar metodologías líderes para facilitar el intercambio de experiencias y conocimientos sobre las prácticas agroecológicas, incentivando la participación de otras comunidades cercanas y su integración en el modelo MACH-RC, durante los últimos tres meses del proyecto.
- Generar recomendaciones basadas en la experiencia de las ECA para escalar y replicar el modelo agroecológico en otras comunidades de la región, consolidando redes de agricultores y promoviendo la participación de actores locales e institucionales.

Informe final de Proyecto de Investigación

6. Método

6.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación para el proyecto fue aplicado: El objetivo principal fue resolver un problema práctico, específicamente mejorar la resiliencia climática de las comunidades agrícolas de la región Ch'orti'. Este enfoque buscó la implementación de un modelo agroecológico que pueda ser utilizado de manera directa por los agricultores, por lo que la investigación está orientada a la solución de problemas concretos mediante la aplicación de conocimientos agroecológicos.

Además, es participativa: Se involucró a los agricultores locales en la adopción y adaptación de técnicas agroecológicas a través de Escuelas de Campo y parcelas demostrativas, lo que garantiza que los beneficiarios del proyecto participarán en todas las fases del proceso. Este enfoque participativo fue fundamental para la apropiación y sostenibilidad del modelo por parte de las comunidades.

6.2. Enfoque y alcance de la investigación.

El enfoque de la investigación fue mixto, combinando metodologías cualitativas y cuantitativas para abordar la vulnerabilidad climática en la región Ch'orti'. Este enfoque permite recolectar datos técnicos sobre productividad agrícola y conservación de suelos, así como comprender las percepciones y experiencias de los agricultores respecto a las prácticas agroecológicas.

- **Cuantitativo:** Se midieron variables objetivas relacionadas con la implementación del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC), como la calidad del suelo, la retención de agua y el rendimiento de cultivos en parcelas demostrativas. También se aplicaron encuestas estructuradas para evaluar el desempeño de las técnicas agroecológicas.
- **Cualitativo:** Este componente exploró las percepciones y actitudes de los agricultores sobre las prácticas agroecológicas y su impacto en la resiliencia climática. Se emplearon entrevistas, grupos y procesos participativos para captar las experiencias directas de los agricultores.

Informe final de Proyecto de Investigación

El éxito de la transferencia de tecnología dependió de la participación de los beneficiarios. El enfoque de investigación participativa implicó que los agricultores se involucrarán en todas las etapas de desarrollo y adopción de la tecnología. Las técnicas participativas, como Escuelas de Campo, parcelas demostrativas y talleres colaborativos, aseguraron que las innovaciones se adapten al contexto local, facilitando su adopción.

6.3. Diseño de la investigación.

El diseño de investigación del proyecto “Implementación del Modelo Agroecológico Ch’orti” (MACH-RC) para Fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultores de Subsistencia” es de tipo no experimental, ya que no se manipulan variables de manera deliberada, sino que se observaron y analizaron fenómenos tal como ocurren en su entorno natural. Dentro de los diseños no experimentales, este estudio es de carácter longitudinal, ya que se llevó a cabo un seguimiento de los agricultores a lo largo del tiempo, evaluando la adopción, los cambios y resultados después de la implementación del modelo agroecológico.

Es de carácter Longitudinal, debido a que la investigación observó la evolución y el impacto de las prácticas agroecológicas en los agricultores participantes durante un período de 8 meses, lo que permitió evaluar los efectos del tiempo en la adopción de las nuevas técnicas y la resiliencia agrícola.

Es no experimental, es decir no se manipulan las variables de estudio; se evaluó la adopción de prácticas agroecológicas por parte de los agricultores y su impacto en la productividad y la conservación de suelos, entre otras variables.

Informe final de Proyecto de Investigación

6.4. Población, muestra y muestreo.

Las parcelas de campo fueron realizadas dentro de los terrenos de agricultores líderes en su región y muestrearon proactividad en la incorporación de nuevas técnicas de producción, el área estuvo compuesta por una tarea del terreno (436.81m²) donde se estableció el modelo (MACH-RC) que se adaptó a la problemática presentada; esto permitió la evaluación mediante el rendimiento de cosecha de maíz, frijol y otros productos cultivados en el área para mostrar a los agricultores mediante demostración.

La metodología de 105 agricultores se implementó mediante la colaboración de las instituciones presentes en la región como CARITAS, MAGA, AZEDECHI, entre otras. Los agricultores que participaron en el modelo agroecológico Ch'ortí para la resiliencia climática (MACH-RC) recibieron capacitaciones y aplicaron el modelo en conjunto de las prácticas aprendidas por otros agricultores en sus terrenos. Este proceso de transferencia de conocimientos permitió la expansión progresiva de la red de productores capacitados, además de facilitar un seguimiento preciso de la evolución del modelo y sus beneficios a largo plazo mediante el análisis de la fertilidad y el rendimiento.

Desarrollo de la Escuela de Campo para Agricultores

Se utilizó la “Guía para el Establecimiento de las Escuelas de Campo” desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), San Salvador, octubre 2011.

Informe final de Proyecto de Investigación

Tabla 1. Etapas de Desarrollo de la Escuela de Campo

Etapas de Desarrollo de la Escuela de Campo para la promoción de Zanjales de Infiltración para retención de humedad en el suelo, y uso de Cromatografía para determinar el estado de salado de los suelos.

Etapas 1
Preparación de condiciones previas
Selección del lugar
Etapas 2 (Planificación y Organización)
Promoción de la ECA y selección de los agricultores en donde se establecerán las parcelas demostrativas y parcelas de promoción.
Conceptos de la ECA
Etapas 3 (Determinación Del Contenido)
Selección de la actividad o rubro a desarrollar en la ECA, elaboración de la curricula y plan de actividades. (Identificación de la problemática)
Elaboración de la curricular de capacitación
Evaluación inicial de conocimientos
Elaboración del reglamento
Etapas 4
Organización y desarrollo de la ECA
Definición y selección de los experimentos y parcelas
Conformación de grupos
Planificación de los experimentos
Etapas 5 (Implementación)
Desarrollo de la curricula de capacitación
Presentación de logros, Sistematización de experiencias.
Etapas 6 (Graduación y Clausura)
Graduación
Entrega de certificados

Fuente: FAO, 2011

Informe final de Proyecto de Investigación

Etapa 1: Preparación de condiciones previas

Antes de iniciar una ECA fue importante contar con información pertinente sobre la comunidad donde se va a implementar la ECA. Para ello, se utilizó instrumentos como:

- **Talleres de Identificación.** De aquí se obtuvo información relevante sobre la comunidad.
- **Información secundaria.** Fue muy importante contar con la información y los reportes del Ministerio de Agricultura a nivel local. La coordinación en los territorios del equipo de extensionistas, así como entidades presentes en el territorio se volvió fundamental para completar información sobre los sistemas productivos de los participantes.

Con estos datos se dispuso de información general de la comunidad, las instituciones que trabajan en la comunidad, las principales actividades productivas y empresariales que realizan, el tipo de tenencia de la tierra, el uso de la tierra (fertilidad, manejo, etc.), la participación de los diferentes miembros de la familia en la agricultura.

Con relación a la producción agropecuaria, se obtuvo datos sobre los cultivos principales, épocas de siembra, rotación de cultivos, fertilización (orgánica, inorgánica), plagas y enfermedades, manejo integrado de plagas y manejo de recursos naturales.

Las coordinaciones iniciales y las alianzas fueron fundamentales para poder implementar una ECA adecuadamente. Así, se debe contactar con actores locales. Para optimizar recursos y promover las ECAs se pueden contactar con organizaciones no gubernamentales y gubernamentales que promuevan la agricultura de conservación. Las alianzas con las asociaciones locales de base y los líderes y lideresas comunitarios fueron imprescindibles ya que conocen el

Informe final de Proyecto de Investigación

territorio, agruparon a los miembros de la comunidad, pudieron facilitar procesos, representaron a la comunidad y suponen el empoderamiento local.

Etapas 2: Promoción de la ECA y selección de participantes

Para llegar a establecer las ECAs se seleccionó tanto la comunidad donde se desarrolló como el agricultor que participaron. En ambos casos, fueron necesarios criterios de selección para reducir los riesgos de un mal funcionamiento.

Para la selección de la comunidad se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- ubicación geográfica, que facilitó el acceso de las personas;
- las condiciones agroecológicas de la zona y el grado de organización existente.

En la promoción del Modelo MACH-RC, se tuvo contemplado la participación de 5 agricultores encargados de las ECA's, que conformaron las parcelas Demostrativas (PD) que atenderá a agricultores irradiados, además se contará con 2 parcelas de promoción (PP) por municipio, haciendo un total 10 participantes.

Como parte de los criterios de selección de participantes irradiados en la ECA, están:

- disposición para capacitarse y organizarse
- deseo de aprender
- estar abiertas al cambio (innovadora) y a compartir experiencias
- buenas relaciones con la comunidad;
- protagonismo para la demostración de tecnologías y para compartir conocimientos en su comunidad
- constancia en la participación semanal
- compartir intereses y problemáticas;
- vivir cerca del lugar donde se establecerá la ECA

Informe final de Proyecto de Investigación

El agricultor que tuvo la parcela de Promoción y Demostrativa donde se establezca la ECA asumió compromisos específicos para el buen funcionamiento de la misma, especialmente el compromiso de poner a disposición la tierra y otros recursos necesarios; también de aplicar y difundir conocimientos a los agricultores irradiados.

Por su parte, el lugar donde se desarrolló la ECA (que se seleccionó por el equipo ejecutor del proyecto, a fin de observar si cumple las condiciones mínimas para lograr el éxito esperado, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Accesibilidad para todas las personas participantes.
- Representatividad de las condiciones de la zona.
- Disponer de espacio para contar con área de aprendizaje (este espacio dependerá de la actividad sobre la que trate la ECA) y para discusión.
- Situada estratégicamente dentro de la comunidad.
- Terreno con pendientes entre 8 a 31 %.
- Déficit de agua

Entre los principios más importantes podemos mencionar:

- La temática de trabajo es definida con los agricultores
- Las plantaciones son el espacio físico para el desarrollo de cada evento
- El trabajo debe ser participativo y personalizado.
- El manejo de plagas debe estar acompañado de un entendimiento de los sistemas agroecológicos.
- La estrategia de trabajo se basa en el Manejo Integrado del Cultivo
- Los conocimientos de los agricultores son la base para el desarrollo de las sesiones de trabajo
- Trabaja con grupos de 15 a 20 personas que se subdividen en grupos de 5.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Integra la información técnica con los conocimientos locales
- Los agricultores definen las reglas del juego de manera participativa

Etapas 3: Selección de la actividad o rubro a desarrollar en la ECA: elaboración de la currícula y plan de actividades

Para la definición de la currícula de la ECA se tomaron en cuenta dos aspectos importantes: conocimientos generales del Modelo MACH-RC y pasos para su establecimiento, mantenimiento.

Un aspecto clave en la definición de la currícula de la ECA es el Análisis Agroecológico y el análisis del entorno.

El Análisis Agroecológico está basado en la comprensión de los componentes, funciones y relaciones dentro de un agroecosistema: la planta cultivada, las malezas, las plagas, el suelo, los enemigos naturales (parasitoides, depredadores, patógenos), otros organismos del cultivo, los organismos del suelo, el clima y las prácticas culturales que se aplican para el manejo del cultivo. Esto constituye un aspecto fundamental en el manejo integrado de un cultivo.

Se incorpora una propuesta de currícula para desarrollar en la ECA.

Tabla 2. Currículo para implementar Modelo MACH-RC

Tema	Objetivos	Actividades	Equipo a utilizar	Duración	Sesiones
1. Introducción al MACH-RC	- Dar a conocer los principios del modelo y el impacto del cambio	- Presentación general sobre el cambio climático y	Material didáctico (carteles, manuales), proyectores, laptop.	1 sesión de 2 horas	Sesión 1

Informe final de Proyecto de Investigación

	climático. - Sensibilizar sobre la importancia del MACH-RC.	agroecología . - Dinámica de grupo sobre la situación agrícola actual.			
2. Manejo de suelos y conservación	- Capacitar sobre uso de abonos verdes y zanjias de infiltración. - Mejorar retención de agua en suelos.	- Demostración de cómo preparar y aplicar abonos verdes. - Práctica de creación de zanjias de infiltración en parcelas.	Herramientas de campo (palas, picos), insumos para abonos verdes.	2 sesiones de 3 horas	Sesión 2
3. Integración de las practicas agroecologicas del modelo	- Explicar los beneficios de la integración de rastrojos para la fertilidad del suelo. - Capacitar sobre el uso	- Práctica de incorporación de rastrojos en el suelo. - Taller sobre la preparación de Kuxur Rum para	Material gráfico, herramienta s manuales, muestras de rastrojos.	1 sesión de 2 horas	Sesión 3

Informe final de Proyecto de Investigación

	de Kuxur Rum.	mejoramient o de suelos.			
4. Implementaci ón de Parcelas Demostrativa s	- Enseñar la instalación y manejo de parcelas demostrativa s. - Demostrar el impacto de las prácticas agroecológic as en producción.	- Selección del terreno para las parcelas. - Instalación de estacas y medición del área. - Siembra de cultivos agroecológic os en la parcela demostrativa.	Herramienta s agrícolas, estacas de madera, cintas de medición, insumos agrícolas.	3 sesione s de 4 horas	Sesión 4
5. Monitoreo y evaluación del impacto	- Capacitar en el monitoreo de la producción agrícola. - Medir el impacto de las prácticas agroecológic as en la parcela.	- Sesión práctica para el uso de herramientas de monitoreo. - Toma de datos iniciales en las parcelas (crecimiento de plantas, calidad del	Libretas de campo, formatos de monitoreo, dispositivos móviles con GPS.	2 sesione s de 3 horas	Sesión 5

Informe final de Proyecto de Investigación

		suelo, retención de agua).			
6. Resiliencia climática y agricultura sostenible	- Fomentar la adopción de prácticas sostenibles para la resiliencia climática. - Promover cultivos diversificados y resistentes a sequías.	- Taller sobre identificación de cultivos resistentes a sequías. - Instalación de sistemas de riego eficientes en las parcelas.	Semillas de cultivos diversificados, manuales técnicos, muestras de especies nativas.	1 sesión de 3 horas	Sesión 6

Etapa 4: Organización y Desarrollo de la ECA's

La puesta en marcha de una ECA requiere de un conjunto de actividades orientadas a la organización de la misma. Estas acciones inician con la designación del equipo técnico facilitador responsable por el desarrollo de la ECA. Este equipo facilitador está integrado por tres personas investigadores del programa.

El papel del equipo facilitador de la ECA es fundamental para el éxito de la misma. Es más que un equipo capacitador o técnico, ya que debe construir, junto con los agricultores participantes un proceso de aprendizaje efectivo.

Cada miembro del equipo facilitador cuenta con características particulares que se fortalecen con el transcurso del tiempo, tales como: promueve la participación de las personas, creativo; es accesible; es abierto a la experimentación; es innovador;

Informe final de Proyecto de Investigación

es dinámico; es generador de confianza, es capaz de socializar las ideas del grupo, posee capacidad de análisis; escucha atentamente, no es influyente, tiene conocimientos básicos de experimentación y difusión del sistema agroforestal y el uso del regulador de pH, es responsable, es buen comunicador,

Las funciones del equipo técnico facilitador se pueden resumir en:

- Organizar los grupos mixtos de trabajo que se mantendrán durante todo el desarrollo de la ECA.
- Conducir la parcela y organizar las prácticas para su manejo.
- Coordinar con el resto de participantes las herramientas necesarias para las actividades de las parcelas de promoción.
- Preparar las dinámicas de grupo.
- Definir y hacer cumplir junto con las personas participantes las normas de la Escuela de Campo (puntualidad, respeto del tiempo e indicaciones, cumplir tareas, entre otras.) Estas reglas deben ser sencillas, claras y de fácil aplicación.
- Tomar asistencia.

Para el desarrollo de sesiones de la ECA se definio una estructura básica (Tabla 3) que permite ordenar el trabajo de cada sesión. Cada sesión fue cuidadosamente preparada y se revisó semanalmente:

Tabla 3. Estructura básica para la planificación de una sesión de la ECA.

ACTIVIDAD	TIEMPO	OBJETIVOS	MATERIALES
Bienvenida	8:00 – 8:05		
Antecedentes y Dialogo	8:05 – 8:20		
Explicación de la agenda	8:20- 8:25		
Desarrollo de la Dinámica	8:25- 8:40		
Capsula agrícola	8:40 – 9:20		

Informe final de Proyecto de Investigación

Análisis agroecológico del sistema	9:20 – 10:25		
Refacción	10:25 – 10:40		
Sesión de aprendizaje, capsula agr	10:40 – 11:50		
Capsula agrícola	11:50 – 12:15		
Cierre y dialogo de la eca y compromisos para la próxima semana	12: 15- 12:35		
Almuerzo	12:40 en adelante.		

La currícula y la estructura básica de las sesiones de la ECA permitieron el cálculo de los costos asociados a la misma, para lo que se tomó en cuenta la cantidad y costos de:

- Materiales e insumos para establecer la parcela de aprendizaje.
- Materiales e insumos para parcelas de experimentación.
- Materiales e insumos para el desarrollo de ejercicios prácticos.
- Materiales para el desarrollo de dinámicas.
- Materiales de capacitación (papelógrafos, plumones de colores, entre otros)
- Alimentación.

Con todas estas condiciones establecidas se procedió al establecimiento de la ECA para lo cual se desarrollaron las actividades que se muestran a continuación.

Actividades principales en el desarrollo de la ECA.

Informe final de Proyecto de Investigación

Como parte del desarrollo de las escuelas de campo se tuvo que primeo identificar las parcelas demostrativas y las parcelas de promoción.

1. Establecimiento de las parcelas de promoción
2. Establecer los temas enseñanza-aprendizaje a desarrollar
3. Desarrollo de la actividad demostrativa
4. Comparación de la situación con y sin sistema
5. Indagación del progreso de la enseñanza-aprendizaje-

Aprendizaje - Enseñanza

La escuela de campo constituye un espacio ideal para aplicar el ciclo de aprendizaje en la medida en que se reflexiona tanto sobre el análisis agroecológico como de la cápsula agrícola, en ese sentido, es importante que predominen los procesos de aprendizaje y reflexión.

Al momento de la aplicación de preguntas, discusión se enriquezca el proceso de aprendizaje, a través de:

- La observación
- Registro de datos
- Análisis de experiencias
- Aplicación de lo aprendido en el sistema
- Evaluación.

Etapas 5: Graduación

Es importante luego de finalizada la ECA y organizar una jornada de “graduación” donde se entregarán certificados o diplomas a los y las participantes, acreditando su asistencia y su aporte en la escuela.

Los agricultores que destaquen durante el desarrollo de la escuela de campo por sus aportes y su motivación pueden ser facilitadores y transmisores para próximas ECAs.

Informe final de Proyecto de Investigación

Etapas 6: Sistematización de la experiencia.

Fue importante, como finalización de la ECA, una sesión de presentación de los logros conseguidos después de finalizada la ECA, en la cual se analizaron algunos aspectos:

- Situación inicial y contexto
- Proceso de intervención con el proyecto.
- Situación actual
- Limitación en el alcance de los resultados
- Lecciones aprendidas
- Sostenibilidad
 - Ambiental
 - Social
 - Género

La presente sección integra la descripción metodológica del estudio, incluyendo la caracterización de la población participante, la definición de la muestra y el procedimiento de muestreo aplicado, así como el proceso de implementación de las Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) y las parcelas demostrativas y de aprendizaje.

Criterios de inclusión:

- Agricultores de subsistencia con experiencia en cultivos de la región (maíz, frijol y otros cultivos tradicionales).
- Agricultores con experiencia mayores de 18 años
- Residencia en la región Ch'orti' por al menos cinco años, para asegurar familiaridad con las condiciones climáticas y ambientales locales.
- Participantes que se comprometan a asistir a las capacitaciones en las ECA's y a implementar las prácticas recomendadas en las parcelas demostrativas.

Informe final de Proyecto de Investigación

Criterios de exclusión:

- Agricultores que no tengan el tiempo o la disponibilidad para participar en el proceso de capacitación y evaluación.
- Comunidades que ya estén aplicando modelos agroecológicos avanzados y no requieran la implementación de MACH-RC.

Parámetros estadísticos:

- Se calculo la muestra utilizando un enfoque no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionarán aquellas comunidades con mayores niveles de vulnerabilidad climática y disposición a participar. La muestra dependerá de la disponibilidad de recursos y tiempo, pero se asegurará que sea representativa del área de estudio.

Para las muestras cualitativas:

Se realizará un muestreo por bola de nieve para la selección de los perfiles de entrevistados, que incluirán líderes comunitarios y agricultores que puedan brindar información clave sobre la adopción de prácticas agroecológicas. Este método permitirá identificar a aquellos que tengan mayor experiencia o conocimiento relevante para el proyecto, hasta alcanzar un punto de saturación donde no se obtenga nueva información relevante.

Los participantes fueron productores asociados a las instituciones u organizaciones que conforman el consorcio de actores locales de la cadena de maíz y frijol en la región oriente de Guatemala. Fueron seleccionadas por los criterios establecidos por el equipo investigador e instituciones participantes en un número de 105.

Tabla 4. Listado de instituciones u organizaciones que conforme el consorcio de actores locales de la cadena de maíz y frijol en la región oriente de Guatemala.

Informe final de Proyecto de Investigación

No.	Municipio	Organización	Eslabón en el que participa
1	Jocotán	AZACHI	Producción
2	Camotán	MAGA	Asistencia Técnica
3	Camotán	ADECRO	Producción
4	Jocotán	CHORTIJOL	Producción
5	San Juan la ermita	CHORTIJOL	Producción
6	San Juan la ermita	ACODERJE	Producción
7	San Jacinto	MAGA	Asistencia Técnica
8	San José, La Arada	ACOCAR	Producción

Fuente: CRIA- Oriente, 2018

Tabla 5. Distribución de las parcelas de las escuelas de campo establecidas para la propuesta de transferencia e implementación.

Tipo de Parcela	Lugar (municipio)	No. De parcelas	Dimensión m ²
Demostrativa	San Juan Ermita, Chiquimula	1	441
	Jocotán, Chiquimula	1	441
	Camotán, Chiquimula	1	441
	San Jacinto, Chiquimula	1	441
	San José, La Arada	1	441
Aprendizaje	San Juan Ermita, Chiquimula	20	441 c/u
	Jocotán, Chiquimula	20	441 c/u
	Camotán, Chiquimula	20	441 c/u
	San Jacinto, Chiquimula	20	441 c/u
	San José, La Arada	20	441 c/u

Informe final de Proyecto de Investigación

Para el desarrollo de la currícula se fueron programando reuniones periódicas de acuerdo con las fases de crecimiento y desarrollo durante el ciclo del cultivo, donde se brindaron capacitaciones a los participantes.

6.5. Técnicas.

Encuestas estructuradas:

Se aplicaron a los agricultores participantes para recolectar información sociodemográfica, niveles de conocimiento agroecológico previo y percepción sobre el cambio climático. Instrumento: Boleta de campo (encuesta) estructurado llenado por el grupo de agricultores y validado por el equipo de investigación, adaptado al contexto cultural y social de la región Ch'orti'. El cuestionario incluyó preguntas de respuesta cerrada, de razón y escala Likert.

Entrevistas semiestructuradas:

Se realizaron a líderes comunitarios y agricultores que han implementado previamente prácticas agroecológicas. Estas entrevistas exploraron sus experiencias, desafíos y lecciones aprendidas en la adopción de técnicas agroecológicas. Instrumento: Guía de entrevistas con preguntas abiertas que permitan profundizar en las experiencias individuales de los entrevistados (agricultores).

Observación participativa:

Durante las sesiones en las Escuelas de Campo y las parcelas demostrativas, se llevó a cabo la observación directa de la aplicación de las prácticas agroecológicas. Instrumento: Fichas de observación que registrarán comportamientos, técnicas aplicadas, y actitudes de los agricultores hacia las nuevas prácticas,

6.6. Resumen de las variables o unidades de análisis.

Tabla 6. Operacionalización de las variables o unidades de análisis.

Informe final de Proyecto de Investigación

Objetivo Específico	Variable	Instrumento	Unidad de Medida o Cualificación
1. Capacitar a los agricultores en técnicas agroecológicas (como integración de rastrojos, abonos verdes, barreras vivas y muertas).	Evaluación y aprendizaje	Encuestas antes y después de las capacitaciones.	Porcentaje de mejora en conocimientos (%).
2. Implementar parcelas demostrativas con prácticas agroecológicas para mejorar la resiliencia climática.	Calidad del suelo (erosión, fertilidad y producción agrícola en parcelas demostrativas.	Análisis de suelo, mediciones de productividad.	Cambios en la fertilidad del suelo, Rendimiento (kg/ha)
3. Transferir el modelo a otras comunidades a través de Escuelas de Campo.	Adopción de las prácticas después de la capacitación.	Registro de adopción de prácticas, entrevistas estructuradas.	Número absoluto de adopciones o porcentaje de adopción en comparación con los capacitados.
4. Evaluar la eficiencia del MACH-RC en la mejora de la productividad de	Eficiencia del modelo	Entrevistas semiestructuradas, de producción y rendimiento de cultivos.	Variaciones en la producción, costo total de producción.

Informe final de Proyecto de Investigación

los sistemas agrícolas.			
Sistematización de experiencias en base a la ECA y las parcelas demostrativas.	- Diseño e implementación Proceso	Encuestas y observaciones de campo y grupos focales.	Sistematización de experiencias y lecciones aprendidas.

6.7. Procesamiento y análisis de la información.

Dado que no se utilizó análisis estadístico en esta investigación, el enfoque cuantitativo estuvo basado en la recolección de datos descriptivos y en la evaluación cualitativa de las variables de interés, tales como la adopción de prácticas agroecológicas y la mejora en la resiliencia climática de los agricultores.

En lugar de análisis estadísticos complejos, se emplearon métodos de observación y registros para documentar los cambios en la productividad agrícola, la calidad del suelo mediante estudios cromatográficos y de nutrientes además de su comparación con las áreas donde no se contarán con las prácticas y la gestión del agua, a partir de las prácticas implementadas en las parcelas demostrativas. Estos datos se organizaron y analizaron mediante medidas descriptivas simples, como la frecuencia de adopción de tecnologías, el uso de insumos agroecológicos y las observaciones directas de los facilitadores durante las sesiones de las Escuelas de Campo.

El análisis de los resultados se basó en una interpretación cualitativa, evaluando el impacto de las prácticas implementadas a través de entrevistas semiestructuradas, encuestas y fichas de campo que recojan las percepciones de los agricultores sobre los cambios observados en su producción agrícola y las condiciones de su entorno.



Informe final de Proyecto de Investigación

7. Aspectos éticos y legales

En el marco del proyecto “Implementación del Modelo Agroecológico Ch’orti’ (MACH-RC) para Fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultores de Subsistencia”, se observaron los principios éticos aplicables a la investigación con participación de agricultores, priorizando el respeto a la dignidad, la participación voluntaria, la confidencialidad de la información y el uso responsable de los datos obtenidos durante el estudio.

Debido a la naturaleza del proyecto, orientado a procesos de capacitación, implementación de parcelas demostrativas y evaluación de prácticas agroecológicas, se actuó conforme a la normativa institucional vigente y al marco legal correspondiente. Asimismo, se cumplió con los requisitos de originalidad, evitando la solicitud de financiamiento adicional para la misma investigación ante otras instituciones, garantizando la transparencia y viabilidad de su ejecución.

}

Informe final de Proyecto de Investigación

8. Resultados y discusión

8.1. Escuela de Campo (ECA) para promover la adopción de prácticas del modelo MACH-RC

a) Vinculación con las comunidades del área Ch'orti'

El proceso de vinculación con las comunidades del área Ch'orti' constituyó la fase inicial del proceso de implementación del modelo. Este se desarrolló a través de reuniones de acercamiento con instituciones presentes en la zona como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Cáritas, las cuales brindaron información sobre las autoridades locales, lo que permitió establecer los primeros contactos. Posteriormente, se realizó una visita y reunión con la comunidad en la que se presentó la propuesta acerca del modelo MACH-RC, junto con la planificación de la escuela de campo (ECA) y los talleres de capacitación.

Tabla 7. Comunidades participantes en el modelo MACH-RC

Municipio	Ubicación	Parcela demostrativa
San Jacinto	Aldea Tizubín	1 parcela de 441 m ²
San Juan Ermita	Aldea Caulotes	1 parcela de 441 m ²
San Juan Ermita	Aldea Los Planes	1 parcela de 441 m ²
Jocotán	Aldea Tesoro Arriba	1 parcela de 441 m ²
San José la Arada	Aldea Santa Rosa de la Cuesta	1 parcela de 441 m ²

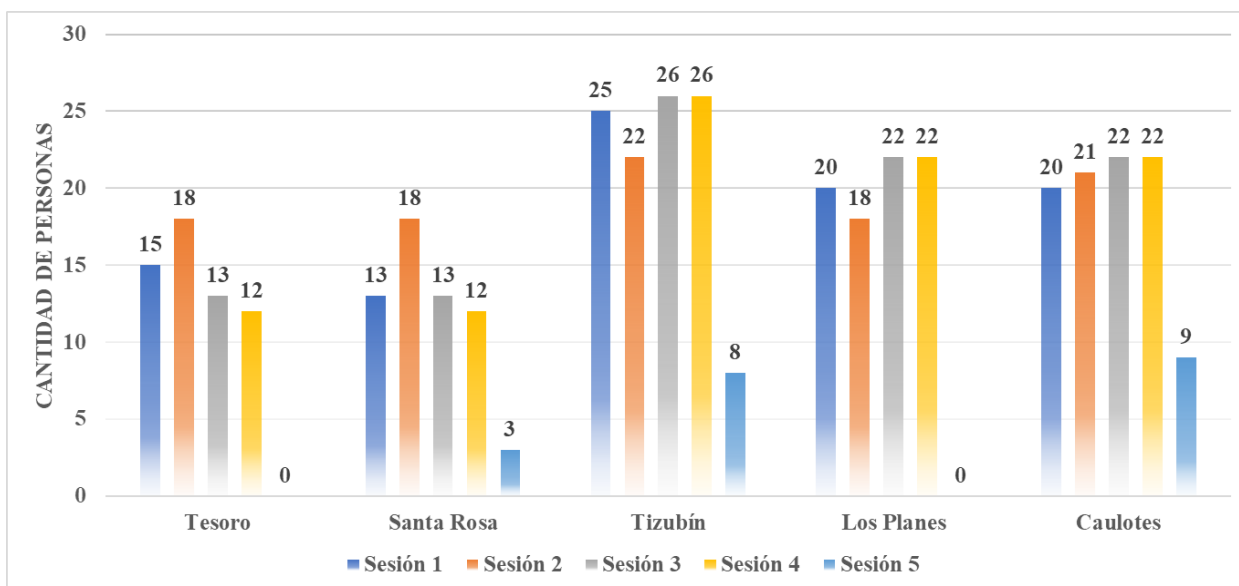
Se estableció la vinculación con cinco comunidades del área Ch'orti', sin embargo, uno de los hallazgos fue que una comunidad previamente visitada manifestó su desinterés en participar. La principal razón fue la carencia de tierra propia, ya que las condiciones impuestas por los arrendatarios limitaban la posibilidad de implementar las prácticas del modelo en sus parcelas.

Informe final de Proyecto de Investigación

a. Organización y desarrollo de los talleres de capacitación para la transferencia de conocimientos y metodologías de implementación del modelo MACH-RC

La capacitación de los productores se desarrolló bajo la metodología de Escuela de Campo para Agricultores (ECA), orientada al aprendizaje participativo y al intercambio de conocimientos entre los investigadores y la comunidad. Se planificaron y ejecutaron 23 talleres de capacitación de 25 previstos. Cada sesión combino exposiciones técnicas con ejercicios prácticos y situaciones reales en campo, estas fueron ejecutadas en función del calendario agrícola como parte de la metodología de implementación del modelo agroecológico MACH-RC. Este proceso formativo favoreció una alta participación comunitaria tal como se puede observar en la fura 2, apropiación de las tecnologías promovidas y la posibilidad de espacios de diálogo que fortalecieron la organización local y la confianza entre la universidad y los productores.

Figura 1. Asistencia promedio de agricultores por sesión.



Informe final de Proyecto de Investigación

El comportamiento de la asistencia releja la dinámica de participación comunitaria la cual está directamente influenciada por la acción de los líderes comunitarios los cuales a mayor nivel de liderazgo como se presenta en Tizubín, San Jacinto y Caulotes, San Juan Ermita mayor asistencia. En contraste, los resultados de baja asistencia propios de la última sesión fueron debido a la falta de tiempo de los agricultores por sus actividades agrícolas (siembra) debido a la fluctuación de la temporada de lluvias, sin embargo, los agricultores mostraron interés y aceptación durante los talleres de capacitación.

Tabla 8. Distribución porcentual de asistencia por género.

Sesión de capacitación	Hombres (%)	Mujeres (%)
Sesión 1	55	45
Sesión 2	51	48
Sesión 3	56	44
Sesión 4	51	49
Sesión 5	45	55

La distribución porcentual por género (Tabla 9) muestra una participación equilibrada entre hombres y mujeres a lo largo de las cinco sesiones de capacitación, en algunos casos mostrando predominio de mujeres como en la quinta sesión. Esta tendencia demuestra el creciente interés por parte de las productoras en fortalecer sus capacidades técnicas y su participación en la toma de decisiones. Este es uno más de los beneficios de la ECA al facilitar la integración equitativa de ambos géneros e impartir la información de manera asimilable, tomándolos como parte fundamental del modelo y la economía local.

La participación de mujeres en los talleres de capacitación representó un avance significativo hacia la equidad en los procesos de formación y toma de decisiones sobre la agricultura familiar. Su presencia activa también promovió la participación,

Informe final de Proyecto de Investigación

en la comunidad de Tesoro Arriba, Jocotán el grupo estuvo compuesto mayoritariamente por mujeres las cuales expresaron su presencia activa en la agricultura, este involucramiento refuerza el carácter inclusivo del modelo MACH-RC el cual busca que los sistemas agrícolas sean integrados por todos sin distinción de edad o género.

b. Talleres de capacitación desarrollados en al Escuela de Campo.

La realización de los talleres de capacitación bajo la modalidad de Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) se estructuró con base en guías metodológicas previamente elaboradas para cada sesión, las cuales se presentan en el Anexo 1. Estas guías contienen los objetivos de cada taller, contenidos temáticos, metodología de trabajo, actividades desarrolladas y recursos utilizados durante el proceso formativo.

Los talleres se desarrollaron en dos segmentos complementarios. El primero correspondió a la fase teórica, en la cual se explicaron las bases conceptuales y metodológicas de las prácticas agroecológicas implementadas dentro del modelo MACH-RC, abordando aspectos relacionados con la conservación del suelo, manejo de humedad, diversificación de cultivos y estrategias orientadas al fortalecimiento de la resiliencia climática.

El segundo segmento consistió en la fase práctica en campo, desarrollada mediante visitas a la parcela demostrativa, donde los productores tuvieron la oportunidad de observar directamente la aplicación de las técnicas explicadas previamente, así como participar activamente en la ejecución de algunas prácticas, promoviendo el aprendizaje vivencial y el trabajo colaborativo entre los participantes.

Informe final de Proyecto de Investigación

Talleres de formación a desarrollarse en la ECA.

No.	SESIÓN	OBJETIVO
1	Presentación del Modelo MACH-RC	Presentar los participantes del grupo de investigación DIGI-CUNORI y el propósito del establecimiento de la parcela junto con el modelo agroecológico MACH-RC.
2	Capacitación sobre las Prácticas Agroecológicas: Zanjas de Infiltración, Integración de rastrojos, Aboneras	Presentar los participantes del grupo de investigación DIGI-CUNORI y el propósito del establecimiento de la parcela junto con el modelo agroecológico MACH-RC.
3	Capacitación sobre las Prácticas Agroecológicas: Kuxur Rum, Abonos Verdes	Capacitar a los productores en prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales del sistema Chortí: Esto implica ofrecer formación práctica sobre el uso eficiente de recursos naturales, como el agua y el suelo, a través de técnicas que promuevan la biodiversidad, la fertilidad del suelo y la resiliencia frente a condiciones climáticas cambiantes.
4	Capacitación sobre Lombricultura, Bionisumos, Bioplaguicidas.	
5	Capacitación sobre Cromatografía de suelos	

c. Resultados generales y alcances del proyecto MACH-RC

Tabla 9. Asistencia por sesión y total de participantes por comunidad.

Comunidad	Cantidad de participantes					Total participantes
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	
Tizubín, San Jacinto	35	33	31	32	9	37
Caulotes, San Juan Ermita	31	31	29	30	9	31
Los Planes, San Juan Ermita	28	28	26	27	X	28

Informe final de Proyecto de Investigación

Santa Rosa de la Cuesta, San José La Arada	26	26	25	27	3	26
Tesoro Arriba, Jocotán	23	25	22	20	X	25
Total						147

La asistencia de los agricultores participantes en las capacitaciones del modelo MACH-RC refleja un grado de aceptación y apropiación de la información, al mantener un promedio de asistencia similar en todas las sesiones. Las comunidades con un mayor nivel de liderazgo por parte de sus líderes comunitarios, como Tizubín, San Jacinto y Caulotes, San Juan Ermita evidencian que la organización interna juega un papel fundamental en los procesos participativos, mientras que dos comunidades debido a labores agrícolas no pudieron asistir a la última sesión.

8.2 Implementación y Transferencia del modelo MACH-RC

La implementación de las parcelas demostrativas que consiste en el establecimiento en 441 metros cuadrados de área, en las 5 comunidades seleccionadas, permitió contar con un espacio para desarrollar las prácticas contenidas en el modelo y la demostración de la construcción de las prácticas agroecológicas que integran el modelo, así como el manejo del cultivo y el desarrollo del mismo, en total se establecieron cinco parcelas demostrativas como se aprecia en la (figura 1), diseñadas como un espacio de aprendizaje participativo donde aplicaron las prácticas zanjas de infiltración, curvas a nivel, integración de rastrojos, abonos verdes y el sistema agroforestal kuxur rum.

Informe final de Proyecto de Investigación

El equipo técnico brindó asistencias técnicas semanales para el seguimiento agronómico de la parcela demostrativa y las réplicas de las personas en la comunidad. Este enfoque permitió que los agricultores observaran directamente los efectos positivos del modelo sobre la humedad del suelo, reducción de la erosión, vigor de los cultivos lo que generó interés y aceptación comunitaria hacia las prácticas agroecológicas.

Con el propósito de entender el contexto de las condiciones biofísicas del lugar donde los agricultores producen, se recopiló información técnica de cada uno de los lugares donde se estableció el modelo MACH-RC. Este levantamiento incluyó aspectos tanto del lugar como del manejo por parte de los agricultores, disponibilidad de agua entre otras.

Tabla 10. Información general sobre el lugar donde se estableció el modelo MACH-RC

Cargo del colaborador	Miembro de COCODE	Miembro de COCODE	Presidente de grupo	Vicepresidente COCODE	Miembro de COCODE
Ubicación	Tizubín	Caulotes	Santa Rosa La Cuesta	Los Planes	Tesoro Arriba
Municipio	San Jacinto	San Juan Ermita	San José Arada	San Juan La Ermita	Jocotán
Altura	672 msnm	885 msnm	649 msnm	667 msnm	800 msnm
Coordenadas	14°41'39"N 89°30'34"W	14°46'51"N 89°26'06"W	14°41'41"N 89°36'04"W	14°45'01"N 89°26'21"W	14°46'34"N 89°23'19"W
Área de la parcela	441 m ²	441 m ²	441 m ²	441 m ²	441 m ²
Porcentaje de pendiente	37.50 %	30 %	35 %	37 %	60 %
Nivel de escolaridad	Primaria	Primaria	Primaria	Primaria	Primaria
Existe cobertura vegetal	Sí	Sí	No	Sí	Sí

Informe final de Proyecto de Investigación

Tipo de cobertura	Arbórea	Arbórea	Arbórea	Arbórea	Arbórea
Presencia de piedras	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pedregosidad	Moderada	Leve	Leve	Leve	Leve
Manejo de plagas	Químico	Químico	Químico	Químico	Químico
Tenencia de la tierra	Arrendada	Propia	Propia	Propia	Arrendada
Manejo de la fertilización	Químico	Químico	Químico	Químico	Químico
Manejo de las malezas	Químico	Químico	Químico	Químico	Químico
Cultivos en el área	Maíz y Frijol	Maíz y Frijol	Maíz y Frijol	Maíz y Frijol	Maíz y Frijol
Recurso hídrico	Quebrada	Río	Quebrada	Quebrada	Quebrada

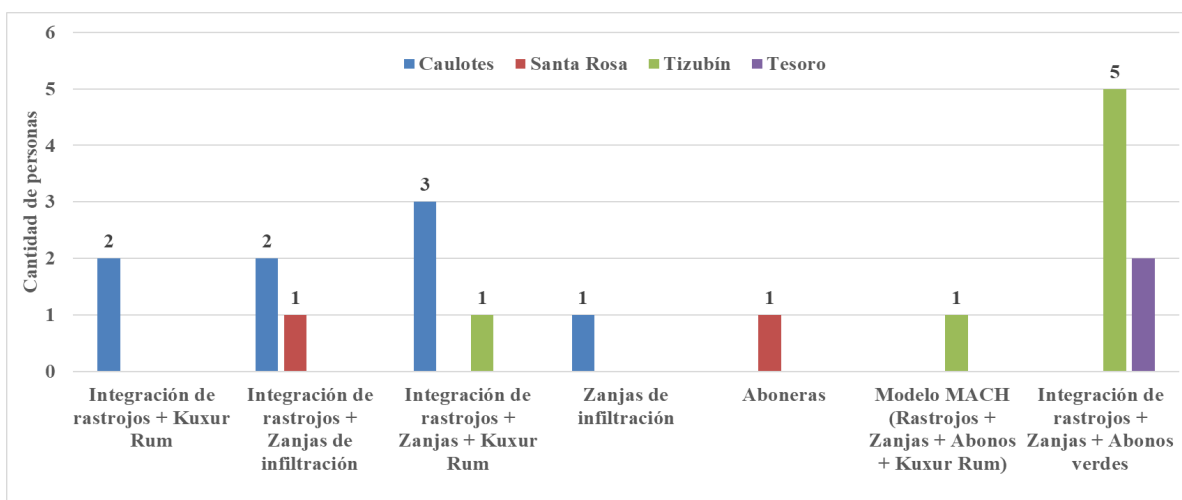
El análisis de la información evidencia la diversidad de condiciones biofísicas presentes en las comunidades. Un aspecto relevante es la pendiente, donde predominan condiciones de ladera, situación común entre los agricultores en gran parte del país. En cuanto al nivel educativo, se identificó que la mayoría cuenta únicamente con educación primaria. No obstante, el punto más crítico corresponde al manejo de plagas, enfermedades y malezas, el cual se realiza únicamente de forma química. Esto refleja una dependencia de insumos externos que, además de representar un riesgo para la salud de las personas, constituyen una inversión considerable de dinero el cual no siempre es recuperado debido a los bajos rendimientos asociados a las condiciones climáticas desfavorables.

Informe final de Proyecto de Investigación

d. Cantidad de parcelas demostrativas y parcelas radiadas

El enfoque metodológico de parcelas demostrativas fue el eje central que permitió la transferencia del modelo para difundir las prácticas que lo conforman, además de validar, mediante la observación, del estado del suelo como aumento de la humedad, biodiversidad, cambios en el desarrollo de las plantas en comparación a las otras áreas bajo manejo convencional. El nivel de aceptación y apropiación fue alto debido a que las prácticas de bajo costo y con insumos locales. Cabe resaltar que las tecnologías de mayor dificultad, en función de su percepción, fueron menos aceptadas; sin embargo, se logró el establecimiento de cinco parcelas demostrativas en las cinco localidades seleccionadas para la realización del modelo, así como de diez parcelas radiadas que reflejaron la adopción del modelo y la disposición hacia una nueva forma de producción, como se aprecia en la siguiente tabla:

Figura 2. Distribución de prácticas agroecológicas adoptadas del modelo MACH-RC



Como se aprecia en la figura anterior, se tuvo una mayor aceptación por la práctica incorporación de rastrojos, debido a su facilidad y bajo costo, seguida de las zanjás de infiltración como resultado de la transmisión de los beneficios de esta práctica en evitar la erosión y aumento en la humedad del suelo. Las prácticas incorporación de

Informe final de Proyecto de Investigación

rastrojos, zanjas de infiltración y abonos verdes forman parte del modelo MACH-RC; sin embargo, aunque originalmente el modelo contemplaba cuatro prácticas, el sistema agroforestal kuxur rum no pudo establecerse debido a condiciones climáticas desfavorables producidas por la canícula, lo que ocasionó la mortalidad de las plantas y limitó su implantación.

8.3 Sistematización del Modelo MACH-RC

a. Análisis de los costos de implementación de las prácticas del modelo

El análisis de los costos de la realización del modelo en las parcelas demostrativas constituye un componente esencial para evaluar su viabilidad técnica y sostenibilidad económica en el contexto de la agricultura de subsistencia del corredor seco oriental. A través del registro detallado de los insumos, mano de obra y recursos empleados en las parcelas demostrativas. Esta evaluación permitió comparar el aporte económico por parte de los agricultores y las contribuciones por parte del proyecto.

Insumos	Cantidad	Costo
Semilla de Canavalia	200 gr	Q 3.52
Semilla de rosa de jamaica	40 gr	Q 3.96
Elaboración de zanjas de infiltración	2 días	Q 200
Limpieza del terreno y manejo de rastrojos	1 día de trabajo	Q100
Siembra	1 día de trabajo	Q 100
Estacas de madre cacao	42 unidades	Q 63
Total	Q470.48	

Informe final de Proyecto de Investigación

El costo total de la realización del modelo MACH-RC en una tarea de terreno (441 m²), este costo total refleja que el 85% del costo de implementación del modelo corresponde a la mano de obra por parte de los agricultores y una pequeña parte con insumos externos pero obtenibles dentro del contexto agrícola local.

Tabla 11. Registro del costo total de producción de una tarea de maíz con modelo MACH-RC.

Insumos	Cantidad	Costo	Descripción
Semilla de maíz ICTA B15	2.5 Lb	Q18.75	Donación
Semilla de Canavalia	200 gr	Q3.52	Donación
Semilla de Rosa de Jamaica	40 gr	Q3.96	Donación
Elaboración de Zanjas	2 días	Q200	Pagado
Limpieza del terreno	1 día	Q100	Propio
Siembra	1 día	Q100	Propio
Fertilizante sulfato de Amonio	25 Lb	Q46.25	Donación
Fertilización 1	1 día	Q100	Propio
Fertilizante 15-15-15	25 Lb	Q62.5	Propio
Fertilización 2	1 día	Q100	Propio
Aplicación de herbicida	1 día	Q100	Propio
Herbicida Paraquat	125 cc	Q40	Propio
Aplicación de herbicida	1 día	Q100	Propio
Herbicida Paraquat	125 cc	Q40	Propio
Aplicación de Insecticida	1 día	Q100	Propio
Insecticida	50 cc	Q3.25	Propio
Aplicación de Insecticida	1 día	Q100	Propio
Insecticida	50 cc	Q3.25	Propio
Estacas de madre cacao (<i>Gliricidia sepium</i>)	42	Q63	Propio

Informe final de Proyecto de Investigación

Siembra de estacas de madre cacao	1 día	Q100	Propio
Total	Q1,384.48		
Total Propio	Q1,312		
Total Donación	Q72.48		

El análisis económico del establecimiento del modelo en conjunto con el cultivo, muestra un costo total de Q 1, 384.48, de los cuales el 94.8% fue cubierto por los propios productores y únicamente el 5.2% correspondió a las donaciones y apoyo por parte de los investigadores. Este resultado muestra que el modelo se fundamenta en la autogestión y la utilización de recursos locales, reduciendo la dependencia externa y fortaleciendo la capacidad de los productores de mantener un sistema de forma sostenible.

8.3.1 Estimación del rendimiento de las parcelas con y sin modelo MACH-RC

Tabla 12. Rendimientos en parcelas con modelo y bajo producción tradicional por tarea.

Indicador	Tizubín, San Jacinto	Santa Rosa de la Cuesta, San José La Arada	Los Planes, San Juan Ermita	Caulotes, San Juan Ermita	Tesoro Arriba, Jocotán
Con modelo (lb)	150	125	75	100	120
Sin modelo (lb)	85	85	50	50	100
Diferencia (lb)	+65	+40	+25	+50	+20
Incremento (%)	76.5%	47.1%	50.0%	100.0%	20.0%

Informe final de Proyecto de Investigación

Los resultados demuestran que incluso a corto plazo la aplicación del modelo agroecológico MACH-RC aumentó el rendimiento en las parcelas demostrativas en todas las comunidades, evidenciando mejores en el rendimiento asociadas a las prácticas de conservación del suelo, aumento de la humedad, biodiversidad y reciclaje de nutrientes. Estos hallazgos confirman la efectividad del modelo como una alternativa sostenible para la agricultura de subsistencia del corredor seco en el área Ch'orti'.

Los resultados muestran diferencias notables entre comunidades, influenciadas por factores socioculturales y organizativos. En las comunidades con liderazgo consolidado, como Tizubín, San Jacinto y Caulotes, San Juan Ermita, la adopción de prácticas fue más completa y los rendimientos aumentaron de forma más marcada. En cambio, las comunidades con debilidad organizativa, la implementación fue más gradual, aunque igualmente positiva a corto plazo. En resumen, la efectividad del modelo MACH-RC, así como la transferencia de cualquier tecnología agrícola no depende únicamente por las condiciones biofísicas, sino también del nivel de organización social, el liderazgo local y la disposición comunitaria para adoptar nuevas tecnologías.

8.4 Sistematización de experiencias de la escuela de campo para agricultores (ECA)

8.4.1 Problemas enfrentados y expectativas iniciales de los agricultores.

Los resultados de la tabla 13 muestran que, los productores enfrentan problemas relacionados con el clima como lo es la sequía lo que genera bajos rendimientos, problemas con plagas y erosión como problema principal por más del 70% de los productores. En cuanto a las expectativas, la mayoría de los productores manifestó interés en adquirir nuevos conocimientos técnicos y mejorar su producción agrícola, evidenciando una motivación orientada a la aplicación inmediata de prácticas e innovaciones sostenibles.



Informe final de Proyecto de Investigación

Tabla 13. Percepción inicial y expectativas previas al modelo MACH-RC.

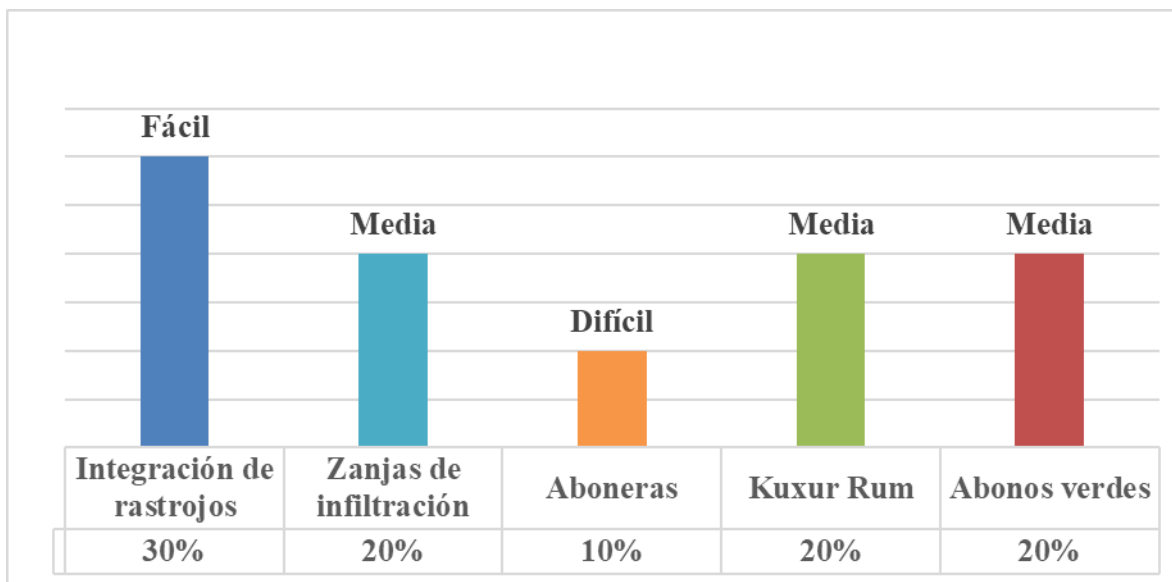
Categoría	Detalle	Porcentaje (%)
Problemas antes del proyecto	Sequía y sus combinaciones con bajos rendimientos, plagas y erosión	73%
	Bajos rendimientos sin relación con otros factores	3%
	Todas las problemáticas anteriores de forma conjunta	12%
	Otras combinaciones específicas (plagas, erosión, bajos rendimientos)	12%
Expectativas al inicio de los talleres	Adquirir nuevos conocimientos técnicos	65%
	Mejorar la producción agrícola	19%
	Recibir procesos de capacitación y formación	12%
	Emprendimiento a partir de lo aprendido	4%

Informe final de Proyecto de Investigación

8.4.2 Percepción de los agricultores sobre la realización de prácticas

Los resultados de la Figura 3 reflejan una alta aceptación y apropiación de las prácticas agroecológicas que no conllevan demasiada complejidad para su aplicación como lo es la integración de rastrojos el cual consiste únicamente en dejarlos sobre el suelo de forma que este quede cubierto, seguidamente los abonos verdes, zanjas de infiltración y abonos verdes los cuales requiere una o dos intervenciones durante el año. En contraste, las aboneras fueron consideradas difíciles principalmente por el tiempo que requerían y manejo constante, esto sugiere que las prácticas que las personas consideran como de intervención seguida no son las más adecuadas a pesar de la información acerca de sus beneficios.

Figura 3. Percepción sobre la realización de las prácticas agroecológicas.

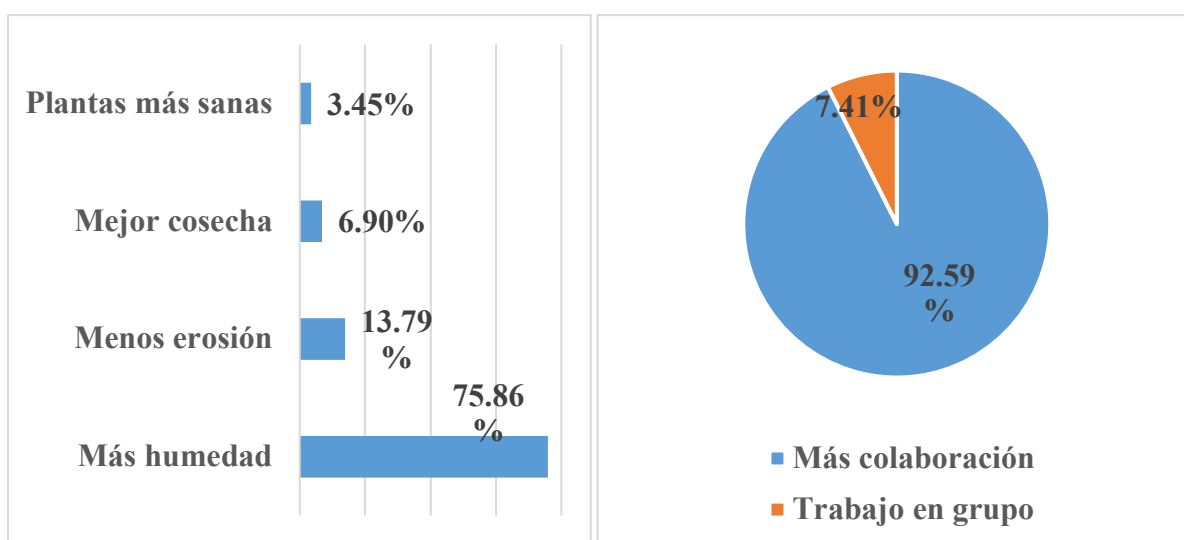


Informe final de Proyecto de Investigación

8.4.3 Cambios en la parcela y la comunidad luego del modelo MACH-RC

La intervención realizada mediante la creación de las escuelas de campo para agricultores (ECA) generó espacios de aprendizaje comunitario e intercambio de experiencias. A partir de las parcelas demostrativas, las parcelas radiadas y las prácticas agroecológicas individuales implementadas por los agricultores interesados, ellos pudieron observar de forma directa los cambios en sus terrenos. Además, el proceso participativo fortaleció la apropiación de la información y la relación entre los integrantes del grupo beneficiando la colaboración y el apoyo en la comunidad.

Figura 4. Cambios percibidos en la parcela y la comunidad luego del modelo MACH-RC.



La Figura 4 muestra los testimonios de los agricultores acerca de los cambios apreciables en su terreno siendo el beneficio mayor el aumento de la humedad en el suelo, seguidamente de la reducción de la erosión y la mejora en la cosecha, lo que refleja una respuesta positiva del sistema productivo ante el cambio climático y la sequía. Además, la mayoría de los participantes destacó el cambio en la colaboración comunitaria, siendo un logro fundamental al fortalecer la organización

Informe final de Proyecto de Investigación

entre los productores dentro de su comunidad. Esto evidencia que el modelo MACH-RC genera beneficios tanto económicos como sociales, siendo una estrategia a considerar en la adaptación climática en las comunidades del corredor seco y la región Ch'orti'.

8.4.4 Percepción e impacto en las capacidades locales a través del modelo MACH-RC

El proceso de formación de los agricultores permitió transmitir y consolidar nuevos conocimientos técnicos que fortalecieron su capacidad de afrontar el cambio climático, haciendo sus sistemas agrícolas más resilientes.

Tabla 14. Valoración del aprendizaje y necesidades de capacitación de productores.

Categoría	Subcategoría	Porcentaje (%)
Enseñanzas valiosas	Conocimiento adquirido	41
	Transferencia de tecnologías de la región	37
	Acercamiento de la universidad	22
Percepción actual	Se necesita más capacitación	63
	Más seguros/organizados y capacitados	37

Los resultados de la tabla anterior evidencian que el proceso formativo enmendó algunos vacíos o necesidades en las técnicas y herramientas para la producción agrícola, generando una transformación en la manera en que los agricultores conciben su propio rol dentro de dicho sistema. Siendo valorado el conocimiento y la utilización de tecnologías validadas y adaptadas a la región como principal fortaleza, además, la percepción de necesitar más capacitación refleja una actitud positiva para recibir más información, el acompañamiento técnico es un papel

Informe final de Proyecto de Investigación

importante en la construcción de un capital humano activo que reconoce el valor del conocimiento como herramienta para la resiliencia y la sostenibilidad agrícola.

a. Síntesis de aprendizajes y cambios organizativos generados por el modelo

La implementación del modelo permitió construir un aprendizaje colectivo que trasciende los resultados técnicos, fomentando la colaboración y la autoorganización dentro de cada comunidad. Los talleres y las parcelas demostrativas se convirtieron en espacios de intercambio y aprendizaje, este proceso contribuyó a la apropiación de la información, fortalecer el vínculo entre la universidad y los agricultores. En conjunto, los aprendizajes obtenidos se consolidan en una red de actores locales capacitados y capaces de impulsar la replicabilidad del modelo y sostener las prácticas agroecológicas a lo largo del tiempo.

8.4.5 Satisfacción, mejoras y apoyos requeridos para la comunidad

La evaluación de la capacidad desarrollada a través de la ECA evidenció un alto nivel de satisfacción entre los participantes, quienes valoraron positivamente el contenido, la metodología práctica y la pertinencia del modelo implementado. Sin embargo, el proceso también permitió identificar oportunidades de mejora, especialmente en la ampliación del tiempo destinado a las sesiones y en el fortalecimiento del acompañamiento técnico.

Tabla 15. Valoración de la transferencia de información y tipos de apoyo requeridos para la comunidad.

Mejoras en la capacitación	Porcentaje (%)	Tipos de apoyo necesarios	Porcentaje(%)
Satisfechos	75	Económico	33
Más sesiones/talleres	10	Técnico	41
Más tiempo	5	Institucional	26
Más técnicas	5		

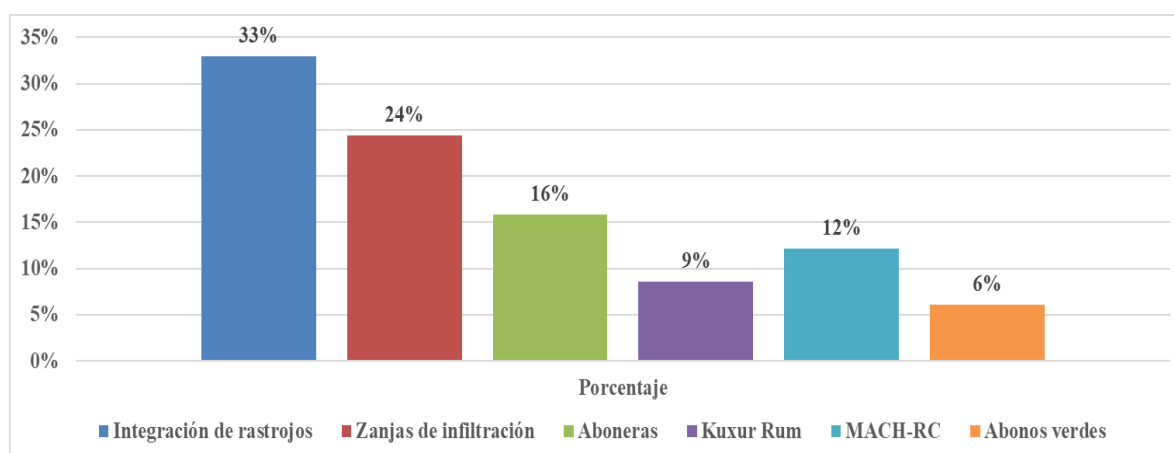
Informe final de Proyecto de Investigación

El tabla 15 muestra como el proceso de capacitación fue satisfactorio al tener un porcentaje alto, además, esto no implica un proceso de cierre, sino el inicio de un proceso de consolidación del proceso y la relación entre la universidad y las comunidades rurales no solo del área Ch'ortí' sino de todo el departamento de Chiquimula. La demanda prioritaria que expresaron las personas es la asistencia técnica, esto demuestra que el acompañamiento en los procesos formativos juega un papel importante en la transferencia de conocimientos, el apoyo económico entra como factor secundario, mostrando la necesidad de articular esfuerzos entre instituciones y comunidad para el desarrollo económico.

8.4.6 Proyección del uso continuo de prácticas agroecológicas en las comunidades participantes

La sostenibilidad del modelo MACH-RC depende de gran medida de la permanencia de las prácticas implementadas por los agricultores. Los resultados de seguimiento y testimonios obtenidos mediante la encuesta indican que la mayoría de participantes planea continuar utilizando alguna de las prácticas agroecológicas transmitidas.

Figura 5. Prácticas agroecológicas que los agricultores planean seguir aplicando en los próximos años.



Los resultados de la figura anterior muestran una clara preferencia hacia las prácticas de poco mantenimiento como lo son la integración de rastrojos y las zanjas

Informe final de Proyecto de Investigación

de infiltración por sus beneficios en la retención de humedad y prevención de la erosión del suelo. En menor proporción abonaneros y el modelo MACH-RC, esta tendencia evidencia un proceso de adopción selectiva y racional, en el que los agricultores priorizan aquellas prácticas que se realizan en función de sus recursos disponibles y ofrecen beneficios tangibles a corto plazo. Sin embargo, los resultados de adopción futura del modelo demuestran que este será una de sus herramientas para los sistemas agrícolas futuros. En conjunto, estos datos confirman que las prácticas agroecológicas son una alternativa valorada por las comunidades.

9 Beneficiarios directos e indirectos

Tabla 16. Beneficiarios directos e indirectos de la investigación.

Resultados, productos o hallazgos	Beneficiarios directos (institución, organización, sector académico o tipo de personas)	Número de beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos (institución, organización, sector académico o tipo de personas)	Número de Beneficiarios indirectos
La realización de talleres de capacitación donde se realizó la transferencia de las prácticas	MAGA	10	MAGA	121

Informe final de Proyecto de Investigación

Resultados, productos o hallazgos	Beneficiarios directos (institución, organización, sector académico o tipo de personas)	Número de beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos (institución, organización, sector académico o tipo de personas)	Número de Beneficiarios indirectos
agroecológica y su importancia para la residencia climática y el aumento de la productividad	PLAN TRIFINIO	45		
	CARITAS	26		

10 Estrategia de divulgación y difusión de los resultados.

Tabla 17. Estrategias de divulgación y difusión de los resultados.

	Sí	No
Presentación TV	X	
Entrevistas radiales		X
Podcast		X
Entrevista DIGI	X	
Recursos audiovisuales	X	
Congresos científicos nacionales o internacionales	X	
Talleres		X



Informe final de Proyecto de Investigación

Publicación de libro	X	
Publicación de capítulo en un libro x		x
Publicación de artículo científico	X	
Divulgación por redes sociales institucionales		X
Conversatorios con especialistas		X
Presentación pública	X	
Presentación autoridades USAC	X	
Presentación a beneficiarios directos	X	
Entrega de resultados	X	
Docencia en grado	X	
Docencia postgrado		X
Póster científico		X
Trifoliales		X
Conferencias		X
Encuentros de campo (días de campo)	X	
Intercambio de conocimientos y experiencias con productores y vendedores...		X
Otro (describa)		X

Informe final de Proyecto de Investigación

11 Contribución a las Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND)

La investigación “Implementación del Modelo Agroecológico Ch’orti” para fortalecer la resiliencia climática en agricultores de subsistencia” fue socializada con grupos de agricultores beneficiarios, así como con instituciones como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), la Dirección General de Investigación (DIGI) y organizaciones comunitarias. La divulgación de los resultados se realizó mediante talleres de capacitación, Escuelas de Campo y espacios de presentación comunitaria, lo que permitió la transferencia efectiva de conocimientos y prácticas agroecológicas a nivel local.

En cuanto a su contribución a las Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND), el proyecto se alineó con la prioridad de Seguridad Alimentaria y Nutricional, específicamente con la meta orientada a asegurar la disponibilidad de tierras con capacidad productiva mediante la conservación del recurso suelo. A través de la implementación de prácticas como conservación de suelos, manejo de agua y diversificación productiva, se fortaleció la capacidad de los agricultores para mejorar la productividad de sus sistemas. Asimismo, el proyecto contribuyó al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente al ODS 2: “Hambre Cero”, al fortalecer la seguridad alimentaria en los hogares participantes, y al ODS 13: “Acción por el Clima”, mediante la promoción de prácticas agrícolas sostenibles orientadas a la adaptación al cambio climático. Estas acciones permitieron fortalecer procesos locales de resiliencia climática en comunidades rurales.

Finalmente, los resultados del proyecto aportaron insumos técnicos relevantes para procesos de toma de decisiones a nivel local, así como para el fortalecimiento de iniciativas vinculadas a la sostenibilidad agrícola. En este sentido, la investigación se articuló con los lineamientos de la Política de Investigación de la Universidad de



Informe final de Proyecto de Investigación

San Carlos de Guatemala, contribuyendo al desarrollo de propuestas orientadas a la resiliencia climática en comunidades rurales e indígenas.

12 Vinculación

La vinculación del proyecto con actores principales incluyó la colaboración directa con organizaciones comunitarias indígenas Ch'orti', autoridades locales y representantes de asociaciones agrícolas de la región. Estas instituciones, como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA, AZEDECHI, CARITAS entre otras, fueron clave para la implementación y monitoreo de las prácticas agroecológicas en las parcelas demostrativas.

Además, se trabajó con ONGs como el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y Bioversity International, que aportaron su experiencia en resiliencia climática y desarrollo rural. A nivel académico, se establecieron lazos con instituciones de investigación y extensión de la USAC, para garantizar el rigor científico de la implementación.

Informe final de Proyecto de Investigación

13 Conclusiones

- Se diseñó y ejecutó una Escuela de Campo para Agricultores (ECA) mediante un proceso formativo estructurado, el cual permitió capacitar a 147 agricultores de la región Ch'ortí'. La metodología fomentó la participación activa, el aprendizaje basado en la observación y la experimentación, así como una apropiación adecuada de los contenidos, evidenciada en la alta asistencia y participación equitativa de hombres y mujeres. Esto confirma que la ECA fue pertinente al contexto productivo y cultural, facilitando la adopción de prácticas agroecológicas del modelo MACH-RC en la producción de maíz y frijol.
- Se implementaron cinco parcelas demostrativas en aldeas priorizadas de la región Ch'ortí', así como 10 parcelas réplica establecidas por los propios agricultores, lo que permitió validar y difundir el modelo MACH-RC en condiciones reales. Estas parcelas evidenciaron mejoras en la infiltración y retención de humedad del suelo, así como en la reducción de procesos de degradación en suelos de ladera, confirmando la efectividad de prácticas como zanjas de infiltración, abonos verdes e integración de rastrojos.
- La comparación entre parcelas con el modelo MACH-RC y parcelas bajo manejo convencional evidenció incrementos en el rendimiento entre 20 % y 100 % a corto plazo. Estos resultados se asocian a mejoras en la retención de humedad, reducción de la erosión y mayor vigor de los cultivos, lo que contribuyó a una mayor disponibilidad de grano para autoconsumo y a la disminución de la vulnerabilidad ante eventos climáticos como la canícula.
- Se generó y aplicó una metodología participativa basada en la ECA, parcelas demostrativas y espacios de retroalimentación, la cual facilitó el intercambio de conocimientos y experiencias entre los agricultores. Este proceso promovió la formación de redes locales de colaboración, el fortalecimiento del liderazgo comunitario y la integración de nuevas comunidades

Informe final de Proyecto de Investigación

interesadas en el modelo MACH-RC, consolidando un enfoque replicable en la región.

- Se generaron recomendaciones técnicas y metodológicas basadas en la experiencia del proyecto, orientadas a la replicación y escalamiento del modelo MACH-RC en otras comunidades de la región. Los resultados evidenciaron una alta aceptación del modelo por parte de los agricultores, especialmente en prácticas de bajo costo como la integración de rastrojos y zanjales de infiltración. Asimismo, se identificó que la sostenibilidad del modelo depende del acompañamiento técnico continuo, la organización comunitaria y la articulación con instituciones locales.

14 Recomendaciones

Para agricultores:

- Dejar el rastrojo sobre la parcela y sembrar abonos verdes (Cannavalia) en conjunto con las siembras de maíz para mejorar la retención de humedad, reducir la erosión y aumentar la fertilidad de los suelos.
- Realizar zanjales de infiltración en sus áreas agrícolas para aumentar la humedad en el suelo, reducir la escorrentía como alternativa de resiliencia ante la irregularidad de la precipitación durante la temporada de lluvias en la región
- Integrar el sistema agroforestal kuxur rum dentro del sistema agrícola para la realización de podas durante el año con la finalidad de incorporar la biomasa al suelo incrementando la fertilidad a bajo costo.
- Evitar la quema y el uso excesivo de herbicidas para el control de malezas en el terreno para proteger la microbiología del suelo.
- Llevar un calendario de actividades agrícolas con la finalidad de llevar un control para la realización de las prácticas agroecológica en el momento adecuado.



Informe final de Proyecto de Investigación

Para instituciones:

- Establecer un acompañamiento técnico continuo mediante visitas periódicas que refuercen la adopción y correcta implementación de las prácticas agroecológicas del modelo MACH-RC
- Facilitar insumos estratégicos de bajo costo como estacas de madre cacao, semillas de canavalia y herramientas básicas para reducir barreras de adopción y fortalecer la implementación comunitaria
- Consolidar las parcelas demostrativas como microcentros de aprendizaje comunitario, destinados a la formación permanente y al intercambio de experiencias entre agricultores
- Integrar el modelo MACH-RC dentro de los programas municipales y regionales de conservación de suelos, manejo de agua in situ y adaptación climática, aprovechando su validación técnica y social en campo
- Desarrollar y aplicar un plan de monitoreo con indicadores mediables de humedad, erosión, adopción de prácticas y rendimientos, con el fin de orientar decisiones institucionales y justificar inversiones públicas o de cooperación.



Informe final de Proyecto de Investigación

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1–3), 1–24.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: A brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3–4), 231–237.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Astier, M., Vázquez, L., Henao, A., & Infante, A. (2021). Agroecología y resiliencia climática en sistemas agrícolas de América Latina.
- Boyd, D., & Spencer, R. (2022). Sustainable farmer-to-farmer extension – the experiences of private service providers in Zambia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(4), 438–448.
- Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World Development*, 22(9), 1253–1268.
- Chamo Molina, G. G. (2023). Incidencia del cambio climático en el nivel de producción agrícola de Guatemala, durante el periodo 1990-2019: un enfoque ricardiano. *Revista Académica ECO*, 28(1), 49–87.
- Chowa, C., Garforth, C., & Cardey, S. (2013). Farmer Experience of Pluralistic Agricultural Extension, Malawi. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 19(2), 147–166.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe.
- Consejo Agropecuario Centroamericano. (2014). La agricultura de Guatemala y el cambio climático: prioridades para la adaptación.
- Dirección General de Investigación. (2020). Informe de investigación en sistemas agroecológicos en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). Guía para el establecimiento de escuelas de campo para agricultores. FAO.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Escuelas de campo para agricultores: Guía metodológica. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Programa RELIVE: Medios de vida resilientes en el corredor seco de Guatemala.
- García Miranda, E. (2003). Una propuesta de construcción del conocimiento en el ámbito de la Educación Ambiental basada en la investigación del alumno. *Cooperación educativa*, 67, 39–52.
- Geiger, S. M., Otto, S., & Diaz-Marin, J. S. (2014). A diagnostic Environmental Knowledge Scale for Latin America / Escala diagnóstica de conocimientos ambientales para Latinoamérica. *Psychology*, 5(1), 1–36.
- International Fund for Agricultural Development [IFAD]. (2021). IFAD ANNUAL REPORT 2021.
- Lopez-Ridaura, S., Barba-Escoto, L., Reyna, C., Hellin, J., Gerard, B., & van Wijk, M. (2019). Food security and agriculture in the Western Highlands of Guatemala. *Food Security*, 11(4), 817–833.
- Martínez-Aguilar, F. B., Guevara-Hernández, F., Aguilar-Jiménez, C. E., Rodríguez-Larramendi, L. A., Reyes-Sosa, M. B., & La O-Arias, M. A. (2020). Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 38(4), 871–881.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. *The American Economic Review*, 84(4), 753–771.
- Miguel A. Altieri; Clara I. Nicholls; Marta Astier; Luis Vasquez; Alejandro Heano; Agustín Infante. (2021). Documentando la evidencia en Agroecología: Una perspectiva Latinoamericana.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2024). Una nueva siembra para el agro de Guatemala.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Montenegro de Wit, M. (2022). Can agroecology and CRISPR mix? The politics of complementarity and moving toward technology sovereignty. *Agriculture and Human Values*, 39(2), 733–755.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2011). *GUÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS ESCUELAS DE CAMPO*. 19.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2017). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2022). *Salvaguardar los medios de vida y promover la resiliencia a través de los PNA: Estudio de caso Guatemala*. In *Salvaguardar los medios de vida y promover la resiliencia a través de los PNA: Estudio de caso Guatemala*. FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2014). *Sistematización de prácticas de conservación de suelos y aguas enfoque de adaptación al cambio climático. Metodología basada en WOCAT para América Latina y el Caribe*.
- Perassi, Z. (2008). *La evaluación en educación: un campo de controversias*. In San Luis: coediciones Ediciones del Proyecto y el Laboratorio de Alternativas Educativas (lae) y Disponible en: < http://lae.unsl.edu.ar/Ediciones/Libros/_Electronicos/Libro/_La_Eval/_En_Educacion.pdf >.[Consulta: febrero de 2009].
- Pérez, E. C. A. (2020). *Agroecología y sostenibilidad en sistemas productivos rurales de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pretty, J. N. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, 23(8), 1247–1263.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Radel, C., & Schmook, B. (2018). Migración, cambio ambiental y la transformación de la agricultura tradicional en Mesoamérica. *Journal of Rural Studies*, 61, 112–124.
- SEGEPLAN. (2016). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. 160.
- SGCCC. (2019). Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala: Resumen para tomadores de decisión.
- Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático. (2019). Primera comunicación sobre cambio climático en Guatemala.
- Tocino, R., Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecología y resiliencia: Empoderamiento comunitario e identidad cultural en la transición agrícola. *Revista Latinoamericana de Agroecología*, 12(2), 45–59.
- Viguera, B., Alpízar, F., Harvey, C. A., Martínez-Rodríguez, M. R., Saborío-Rodríguez, M., & Contreras, L. (2019). Percepciones de cambio climático y respuestas adaptativas de pequeños agricultores en dos paisajes guatemaltecos. *Agronomía Mesoamericana*, 313–331.
- Wanger, T. C., DeClerck, F., Garibaldi, L. A., Ghazoul, J., Kleijn, D., Klein, A. M., Kremen, C., Mooney, H., Perfecto, I., Powell, L. L., Settele, J., Solé, M., Tscharntke, T., & Weisser, W. (2020). Integrating agroecological production in a robust post-2020 Global Biodiversity Framework. *Nature Ecology and Evolution*, 4(9), 1150–1152.



Informe final de Proyecto de Investigación

APÉNDICE 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Informe final de Proyecto de Investigación





Informe final de Proyecto de Investigación

Apéndice 2: Boleta de campo, encuesta

24/6/26, 9:54 a.m.

Modelo MACH-RC 2025

Modelo MACH-RC 2025

Nombre

Sexo

- ☐ Masculino
☐ Femenino

¿Qué problemas enfrentaban antes de participar en el proyecto?

- ☐ Sequía
☐ Erosión
☐ Bajos rendimientos
☐ Plagas y enfermedades
☐ Todas las anteriores

¿Qué expectativas tenían al inicio del taller o de la parcela demostrativa?

¿Qué prácticas usaban antes para manejar su cultivo de maíz y frijol?

- ☐ Integración de rastrojos
☐ Zanjas de infiltración
☐ Abonos verdes
☐ Kuxur Rum
☐ Aboneras
☐ Otras

¿Cómo se enteraron y por qué decidieron participar?

- ☐ Instituciones
☐ Amigos/Personas de la misma comunidad
☐ Tengo un problema con mi suelo
☐ Deseo aprender nuevas técnicas de producción
☐ Otras



Informe final de Proyecto de Investigación



Informe final de Proyecto de Investigación

24/6/26, 9:54 a.m.

Modelo MACH-RC 2025

¿Cuál de esas prácticas probaron en su propia parcela?

- ☐ Integración de rastrojos
- ☐ Zanjas de infiltración
- ☐ Abonos verdes
- ☐ Kuxur Rum
- ☐ Aboneras

¿Qué tan fácil o difícil les resultó aplicarlas?

- ☐ Poco
- ☐ Regular
- ☐ Difícil
- ☐ Muy difícil

¿Qué cambios vieron en sus cultivos o su parcela después de aplicar las prácticas?

- ☐ Más humedad
- ☐ Menos erosión
- ☐ Plantas más sanas
- ☐ Mejor cosecha

¿Qué cambios observaron en la organización de la comunidad?

- ☐ Más colaboración
- ☐ Trabajo en grupo
- ☐ Agricultores líderes

¿Qué enseñanza consideran más valiosa de esta experiencia?

- ☐ El conocimiento
- ☐ El acercamiento de la universidad
- ☐ La transferencia de nuevas tecnologías propias para su región

¿Cómo se sienten ahora en comparación con antes (más capacitados, más seguros para enfrentar sequía, más organizados)?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Necesitamos más capacitación

<https://ee.kobotoolbox.org/x/44avK9zY>

2/3



Informe final de Proyecto de Investigación

24/6/26, 9:54 a.m.

Modelo MACH-RC 2025

¿Recomendarían a otros agricultores implementar este modelo?

- ☐ Sí
☐ No
☐ Posiblemente

¿Qué prácticas agroecológicas seguirán usando en los próximos años?

- ☐ Integración de rastrojos
☐ Zanjas de infiltración
☐ Abonos verdes
☐ Kuxur Rum
☐ Aboneras

¿Qué cambiarían o mejorarían del proceso de capacitación?

¿Qué tipo de apoyo consideran necesario para seguir replicando estas prácticas?

- ☐ Más apoyo técnico
☐ Apoyo de otras instituciones
☐ Apoyo financiero

¿Tiene parcela demostrativa o réplica?

- ☐ Sí
☐ No

Informe final de Proyecto de Investigación

Apéndice 3: Curricula de Escuela de Campo

ESCUELAS DE CAMPO PARA PRODUCTORES DE MAIZ Y FRIJOL, ENFOCADO EN IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MODELO AGROECOLÓGICO CH'ORTI' (MACH-RC) PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE SUBSISTENCIA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JACINTO, SAN JOSÉ LA ARADA, SAN JUAN ERMITA, JOCOTÁN Y CAMOTÁN, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2025.

Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte.
Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz.
Elder Onasis Moscoso Ortíz
Marlon Estuardo Sagastume Marroquín

Agenda: Sesión No.1

Horario	Tema	Responsable
2:10 pm	Registro de participantes	
2:20 pm	Llegada, bienvenida y apertura de la sesión	
2:40 pm	Presentación de equipo de investigación	
3:00 pm	Antecedentes (Centro Universitario de Oriente CUNORI, Dirección General de Investigación DIGI, Consorcios Regionales de Investigadores Agropecuarios)	Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
3:30 pm	Apertura - Conversación intereses y necesidades de la comunidad (Papelógrafo y lluvia de ideas) - Recolección de información para capacitación	Equipo de Investigación DIGI
4:00 pm	Presentación: - Conservación de suelo y agua - Principios agroecológicos - Descripción general de la conservación de suelos	Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte/Elder Onasis Moscoso Ortíz.

Informe final de Proyecto de Investigación

4:30 pm	Presentación: - Conceptualización y descripción de conservación de suelos - Antecedentes - Beneficios y usos de la tecnología - Requisitos para el uso de la tecnología - Ventajas y desventajas - Procedimiento para elaborarla	Ph. D. Eduardo René Solís Fong
---------	---	-----------------------------------

OBJETIVOS ECA

- Objetivos Específicos:
- Presentar los participantes del grupo de investigación DIGI-CUNORI y el propósito del establecimiento de la parcela junto con el modelo agroecológico MACH-RC.
- Presentar las ventajas del modelo agroecológico y la necesidad de cambiar la forma de la producción actual.
- Realizar un diagnóstico participativo con los productores para identificar las problemáticas.
- Generar un espacio de intercambio para los participantes locales y las autoridades del proyecto de investigación.
- Establecer alianzas y compromisos entre las autoridades del proyecto y los autores involucrados para el establecimiento del modelo agroecológico en la comunidad.

PRIMERA PARTE. ASPECTOS GENERALES.

- Presentación del equipo de trabajo DIGI-CUNORI

Breve historia del Centro Universitario de Oriente CUNORI

El Centro Universitario de Oriente (CUNORI) es una unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), fundada en 1977 con sede

Informe final de Proyecto de Investigación

en la ciudad de Chiquimula. Su cobertura abarca los departamentos de El Progreso, Izabal, Zacapa y Chiquimula.

Los objetivos principales de CUNORI incluyen formar profesionales altamente calificados para satisfacer las necesidades de educación superior de la región nororiental de Guatemala, contribuir al estudio y solución de problemas regionales mediante programas de investigación y fomentar el desarrollo sostenible y el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de la región.

- Breve presentación del proyecto Modelo agroecológico Implementación y Transferencia del Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC) para Fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultores de Subsistencia.

BREVE HISTORIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

La **Dirección General de Investigación (DIGI)** de la **Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)** fue creada en **1981** bajo el liderazgo del rector **Mario Dary**, con el objetivo de coordinar y operar el sistema de investigación de la universidad. Su propósito principal ha sido establecer bases sólidas para el desarrollo de investigaciones a corto, mediano y largo plazo, contribuyendo tanto al ámbito universitario como al desarrollo nacional. En **1992**, se implementó el **Fondo de Investigación de la USAC**, el cual permitió la financiación de proyectos mediante convocatorias anuales, facilitando el acceso de investigadores a diversos apoyos.

En **1993**, la DIGI estructuró su labor a través de **Programas Universitarios de Investigación (PUI)**, con el fin de gestionar y coordinar estudios orientados a comprender la realidad guatemalteca y proponer soluciones a sus problemáticas mediante métodos científicos. Durante más de **cuatro décadas**, la DIGI ha fortalecido la investigación en la USAC, impulsando la creación de unidades de investigación en distintas facultades y centros universitarios. Su impacto ha sido significativo en los ámbitos **social, científico, tecnológico, artístico y**

Informe final de Proyecto de Investigación

humanístico, generando aportes clave para la elaboración de iniciativas de ley y políticas públicas en Guatemala.

SEGUNDA PARTE: PRESENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

- Objetivo

Presentar y analizar los resultados del diagnóstico en el área, proporcionando información clave que permita la toma de decisiones fundamentadas para el desarrollo de estrategias y mejoras en función de las necesidades identificadas.

Se realizará el análisis de ambos diagnósticos durante la sesión para identificar las problemáticas principales y las soluciones a corto y largo plazo a realizar.

TERCERA PARTE: PRESENTACIÓN DEL MODELO MACH-RC

- Objetivo:

Implementar y transferir el Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC) como una estrategia para fortalecer la resiliencia climática de los agricultores de subsistencia, promoviendo prácticas sostenibles que mejoren la productividad, la conservación de los recursos naturales y la adaptación a los efectos del cambio climático en la región.

El **Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC)** está diseñado para fortalecer la resiliencia climática de los agricultores de subsistencia a través de la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y regenerativas. Este modelo integra conocimientos tradicionales y técnicas agroecológicas innovadoras con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo, optimizar el uso del agua y reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos ante el cambio climático. Este enfoque se alinea con las políticas nacionales de adaptación climática y sostenibilidad agrícola.

El Modelo Agroecológico Ch'orti' (MACH-RC) integra la práctica ancestral *Kuxur Rum*, los abonos verdes, el uso de lombicompost y las zanjas de infiltración como estrategias para conservar el suelo, mejorar la fertilidad y optimizar la retención de

Informe final de Proyecto de Investigación

humedad La agricultura ecológica, construye ecosistemas productivos con capacidad a adaptarse a las crisis climáticas y económicas (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020).

Uno de los componentes clave del modelo es el **Kuxur Rum**, una práctica ancestral que se basa en la diversificación y el manejo sostenible de cultivos para mejorar la productividad y la autosuficiencia alimentaria de las comunidades. Junto con esto, se promueve el uso de **abonos verdes**, cultivos de cobertura que mejoran la estructura y fertilidad del suelo al incrementar la materia orgánica, fijar nitrógeno y reducir la erosión.

La **incorporación de rastrojos** es otra estrategia esencial dentro del MACH-RC, ya que permite reciclar los residuos vegetales después de la cosecha, aportando nutrientes al suelo y mejorando su capacidad de retención de humedad. Complementariamente, el uso de **lombricompost** aprovecha la acción de lombrices para transformar residuos orgánicos en humus de alta calidad, mejorando la disponibilidad de nutrientes y promoviendo la actividad biológica del suelo.

La fertilidad de los suelos es necesaria para mantener una producción estable durante varias generaciones, se deben conservar sus nutrientes evitando que esta se erosione y se convierta en una tierra infértil, para ello se debe reducir el uso de abonos químicos, y promover el uso de abonos orgánicos creados en las comunidades, con productos que estén a nuestro alcance, dentro de los abonos orgánicos que se pueden utilizar esta el abono verde, el compost la utilización de rastrojos, etc. (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020).

Para optimizar el manejo del agua y prevenir la erosión, el modelo incluye la implementación de **curvas a nivel** y **zanjas de infiltración**, técnicas de conservación de suelos que favorecen la captación de agua de lluvia y su almacenamiento en el perfil del suelo, asegurando una mejor disponibilidad hídrica para los cultivos en épocas de sequía.

Informe final de Proyecto de Investigación

Otro aspecto innovador del MACH-RC es el uso de la **cromatografía de suelos**, una técnica cualitativa que permite evaluar la calidad biológica del suelo al identificar la presencia de microorganismos benéficos y la disponibilidad de materia orgánica. Esta herramienta ayuda a los agricultores a monitorear la salud del suelo y ajustar sus prácticas agrícolas de manera más efectiva.

Finalmente, el modelo impulsa la **preparación y uso de bioinsumos**, productos de origen natural elaborados a partir de microorganismos, minerales y extractos vegetales, que mejoran la fertilidad del suelo y la sanidad de los cultivos sin recurrir a productos químicos sintéticos. Entre estos bioinsumos se incluyen biofertilizantes y bioplaguicidas que fortalecen la producción agrícola de manera sostenible. Se promueve la preparación y uso de bioinsumos elaborados localmente, reduciendo la dependencia de insumos sintéticos y fortaleciendo la resiliencia productiva frente al cambio climático.

La agroecología no pretende eliminar todas las plagas, pretende controlarlas de forma natural ya que busca un equilibrio entre los ecosistemas. (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020).

En conjunto, estas prácticas agroecológicas no solo mejoran la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, sino que también restauran los ecosistemas, fortalecen el conocimiento local y aumentan la capacidad de las comunidades para enfrentar los efectos del cambio climático.

CUARTA PARTE: FORMACIÓN DE ACUERDOS PARA TRABAJAR EN LA PARCELA.

- Objetivo:



Informe final de Proyecto de Investigación

Establecer acuerdos de colaboración entre los participantes para trabajar en la parcela de manera organizada y equitativa, definiendo responsabilidades, compromisos y normas de convivencia que faciliten el desarrollo eficiente de las actividades agrícolas, promoviendo la cooperación y el fortalecimiento comunitario.

El establecimiento de acuerdos entre los participantes y las instituciones vinculadas al proyecto contribuye al fortalecimiento comunitario, la organización local y la adopción de tecnologías sostenibles, de acuerdo con las directrices de desarrollo rural y extensión agropecuaria promovidas por el MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2019).

NOTAS



Informe final de Proyecto de Investigación

ESCUELAS DE CAMPO PARA PRODUCTORES DE MAIZ Y FRIJOL, ENFOCADO EN IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MODELO AGROECOLÓGICO CH'ORTI' (MACH-RC) PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE SUBSISTENCIA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JACINTO, SAN JOSÉ LA ARADA, SAN JUAN ERMITA Y JOCOTÁN, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2025.

Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte.
Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz.
Elder Onasis Moscoso Ortíz
Marlon Estuardo Sagastume Marroquín

Agenda: Sesión No.2

Horario	Tema	Responsable
8:40 Am	Registro de participantes	
8:50 Am	Llegada, bienvenida y apertura de la sesión	
9:00 Am	Presentación de equipo de investigación	
9:20 Am	Inicio del taller No.2 - Práctica Agroecológica: Zanjas de Infiltración - Beneficios - Construcción	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
9:40 Am	- Práctica Agroecológica: Integración de rastrojos - Beneficios - Manejo de los residuos de cosecha	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
10:00 Am	- Práctica Agroecológica: Aboneras - Beneficios - Construcción	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
10:30 Am	Visita a la parcela demostrativa	

Informe final de Proyecto de Investigación

OBJETIVOS ECA

1. Presentar los participantes del grupo de investigación DIGI-CUNORI y el propósito del establecimiento de la parcela junto con el modelo agroecológico MACH-RC.
2. Promover el fortalecimiento de la comunidad y la toma de decisiones participativas en la gestión agroecológica: Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los productores, con el fin de implementar prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la productividad de manera ecológica y reforzar las capacidades locales en la gestión agroambiental del territorio.

PRIMERA PARTE: PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS

La construcción de zanjias de infiltración es una práctica agrícola diseñada para mitigar la erosión y mejorar la retención de agua en áreas con condiciones edafoclimáticas desfavorables, como la región Chortí. Esta técnica permite la conservación del suelo agrícola y nutrientes, además de controlar la erosión por escorrentía y mejorar los rendimientos de los cultivos.

La construcción de zanjias de infiltración permite captar la escorrentía superficial, recargar acuíferos y reducir la degradación del suelo, lo cual es clave para fortalecer la resiliencia de sistemas agrícolas en contextos de sequía (FAO, 2021).

La metodología consiste en determinar la pendiente del terreno, trazar curvas a nivel y construir zanjias de 2 m de largo, 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, dejando espacios de 40 cm entre ellas. Las zanjias se colocan a 6 m de distancia entre filas, y la tierra extraída se usa para formar una terraza en la parte inferior. Esta práctica

Informe final de Proyecto de Investigación

resulta especialmente útil en zonas con baja precipitación, como el Corredor Seco de Guatemala.

Para conservar el suelo para la producción agrícola, es importante conocer y utilizar un instrumento que facilite la construcción de curvas a nivel, que permitirá la implementación de obras físicas de conservación de suelos, como las terrazas de banco o tabloncillos, en otro territorio, las curvas de nivel podrían facilitar la construcción de surcos al contorno, acequias y barreras vivas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2019).

La integración de rastrojos es una práctica sostenible que consiste en dejar y distribuir uniformemente los restos del cultivo anterior (tallos, hojas, raíces) sobre el suelo después de la cosecha. Esta técnica, común en el Corredor Seco de Guatemala, mejora la salud del suelo, favorece la retención de humedad y aporta nutrientes esenciales para el siguiente ciclo agrícola (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020).

Metodología

- Dejar los residuos** del cultivo en el campo tras la cosecha (hojas, tallos, raíces).
- Esparcir los rastrojos** de manera uniforme para formar una cobertura vegetal.
- Aplicar labranza mínima, evitando remover en exceso el suelo.
- No realizar quemas permitiendo que el material vegetal se descomponga de forma natural.

Abonera Tipo Montón

La elaboración de compost es una práctica agrícola sostenible que consiste en la descomposición controlada de materiales orgánicos como hojarasca, residuos de

Informe final de Proyecto de Investigación

cocina y estiércol animal, bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Su aplicación mejora la estructura del suelo, aporta nutrientes esenciales y favorece el desarrollo de cultivos, siendo especialmente útil en suelos degradados del corredor seco guatemalteco.

Metodología

- Seleccionar un área con pendiente leve, buena entrada de luz y cercana al agua.
- Limpiar un espacio de 1.5 x 1.5 m y picar la superficie del suelo.
- Formar un montón de 2 m de largo con estacas marcando las esquinas.
- Alternar capas de material vegetal y estiércol, aplicando agua entre capas.
- Cubrir cada capa de estiércol con tierra (5 cm) hasta alcanzar 1.5 m de altura.
- Dejar descomponer la abonera durante 80-90 días dependiendo de las condiciones ambientales de temperatura.

Informe final de Proyecto de Investigación

ESCUELAS DE CAMPO PARA PRODUCTORES DE MAIZ Y FRIJOL, ENFOCADO EN IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MODELO AGROECOLÓGICO CH'ORTI' (MACH-RC) PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE SUBSISTENCIA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JACINTO, SAN JOSÉ LA ARADA, SAN JUAN ERMITA Y JOCOTÁN, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2025.

Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte.
Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz.
Elder Onasis Moscoso Ortíz
Marlon Estuardo Sagastume Marroquín

Agenda: Sesión No.3

Horario	Tema	Responsable
8:40 Am	Registro de participantes	
8:50 Am	Llegada, bienvenida y apertura de la sesión	
9:00 Am	Presentación de equipo de investigación	
9:20 Am	Inicio del taller No.3 - Práctica Agroecológica: Kuxur Rum - Beneficios - Construcción - Manejo	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
9:40 Am	- Práctica Agroecológica: Abonos verdes - Beneficios - Siembra - Manejo	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
10:30 Am	Visita a la parcela demostrativa	

OBJETIVOS ECA

1. Capacitar a los productores en prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales del sistema Chortí: Esto implica ofrecer formación práctica

Informe final de Proyecto de Investigación

sobre el uso eficiente de recursos naturales, como el agua y el suelo, a través de técnicas que promuevan la biodiversidad, la fertilidad del suelo y la resiliencia frente a condiciones climáticas cambiantes.

2. Promover el fortalecimiento de la comunidad y la toma de decisiones participativas en la gestión agroecológica: Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los productores, con el fin de implementar prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la productividad de manera ecológica y reforzar las capacidades locales en la gestión agroambiental del territorio.

PRIMERA PARTE: PRÁCTICA AGROECOLÓGICA KUXUR RUM

El sistema agroforestal Kuxur Rum, que significa “mi tierra húmeda” en idioma ch’orti’, es una práctica ancestral revitalizada en el Corredor Seco de Guatemala que integra cultivos como maíz y frijol con árboles como la madre cacao (*Gliricidia sepium*). Esta combinación mejora la fertilidad y humedad del suelo, reduce la erosión y proporciona recursos adicionales como leña y otros subproductos.

De acuerdo con el (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2019). las prácticas de conservación de suelos, como las zanjas de infiltración y el uso de cobertura vegetal, reducen la erosión y mejoran la retención hídrica en zonas agrícolas secas de Guatemala.

Su implementación ha demostrado aumentar la productividad agrícola, fortalecer la seguridad alimentaria y diversificar los ingresos de las familias campesinas. Además, al conservar la cobertura vegetal y fomentar prácticas sostenibles, contribuye a la resiliencia frente a las sequías y al cambio climático, siendo una estrategia efectiva para restaurar ecosistemas degradados y mejorar las condiciones de vida en comunidades vulnerables en el corredor seco guatemalteco.

Informe final de Proyecto de Investigación

Metodología:

Selección del área: Identificar una parcela con características aptas: suelos erosionados, laderas, baja fertilidad y exposición a sequías prolongadas, propias del Corredor Seco guatemalteco.

Limpieza del área seleccionada: Eliminar maleza y residuos vegetales sin utilizar fuego. Los rastros se dejan sobre el suelo para mejorar la cobertura y conservar humedad.

Trazado de curvas de nivel: Usar el nivel tipo “A” para trazar las curvas de nivel, lo cual permite reducir la escorrentía y pérdida de suelo.

Recolección de estacas de Madre Cacao (*Gliricidia sepium*): Cortar estacas de 1 a 1.5 metros de longitud 15 días antes de la siembra, preferiblemente durante la fase lunar de cuarto menguante, ya que esto mejora el enraizamiento y reduce el riesgo de pudrición.

Preparación de las estacas (encallado): Las estacas deben colocarse en posición vertical en un área sombreada, durante los 15 días previos a la siembra, para permitir que desarrollen un “encallado”, que estimula el enraizamiento y previene su desecación.

Trazado y estaquillado del terreno: Marcar las hileras con una distancia de 5 a 6 metros entre surcos (según el relieve y tamaño de la parcela), y dentro de cada hilera, colocar estacas a 1.5 metros de distancia entre sí.

Plantación de las estacas: Una vez encalladas, las estacas se siembran en los puntos señalados, asegurándose de que al menos 2/3 de su longitud queden enterradas firmemente.

Siembra de granos básicos: En las calles formadas entre hileras de árboles, se siembran cultivos como frijol o maíz, siguiendo prácticas de labranza mínima o cero labranza.

Informe final de Proyecto de Investigación

Primera poda: Se realiza en el primer ciclo de cultivo del siguiente año, el día de la siembra, cortando las ramas de los árboles para permitir la entrada de luz. La biomasa podada se distribuye como cobertura sobre el suelo.

Manejo continuo del sistema: Se deben realizar podas regulares para controlar la sombra, aplicar la biomasa como mulch, y realizar monitoreos del crecimiento de los árboles y cultivos, reforzando el sistema conforme sea necesario.

SEGUNDA PARTE: PRÁCTICA AGROECOLÓGICA ABONOS VERES

La canavalia (*Canavalia ensiformis*) es una planta leguminosa de rápido crecimiento utilizada como abono verde en sistemas agrícolas sostenibles, especialmente en suelos pobres o afectados por la sequía. Su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mejora significativamente la fertilidad del suelo, al tiempo que su abundante biomasa aporta materia orgánica que favorece la retención de humedad y la estructura del suelo. Su crecimiento denso suprime malezas y reduce la erosión, facilitando una cobertura vegetal natural. Además, su resistencia a condiciones adversas la convierte en una opción ideal para zonas vulnerables como el Corredor Seco. Al incorporarse antes de la floración, libera nutrientes esenciales que benefician a los cultivos posteriores. La canavalia no solo regenera suelos, sino que también disminuye la necesidad de fertilizantes químicos. Su uso impacta positivamente en la productividad agrícola y promueve prácticas más resilientes y ecológicas.

Según la DIGI-USAC (2020), la integración de árboles leguminosos y el uso de abonos orgánicos en los sistemas agrícolas fortalecen la fertilidad del suelo y la resiliencia productiva en regiones áridas de Guatemala.

Informe final de Proyecto de Investigación

Metodología:

Preparación del terreno: Realiza una limpieza manual del área, eliminando malezas sin quemar los residuos vegetales.

Siembra del cultivo principal (maíz): Siembra el maíz siguiendo las prácticas locales.

Siembra de (*Canavalia ensiformis*): Entre 15 y 20 días después de la siembra del maíz, siembra la canavalia para evitar competencia por luz y nutrientes.

Densidad y espaciamiento: Para cobertura del suelo, siembra en surcos separados por 1 m y 0.50 m entre plantas dentro del surco, colocando una semilla por sitio a una profundidad de 2 a 3 cm. Necesitando alrededor de 2 libras de semilla para cubrir una tarea completa (21 m x 21 m).

Manejo durante el crecimiento: Monitorea el crecimiento de la canavalia, realizando deshierbes manuales si es necesario hasta que la planta cubra el suelo y suprima las malezas.

Incorporación al suelo: Cuando la canavalia florezca, corta la biomasa y distribúyela sobre el suelo como cobertura o incorpórala mediante labranza ligera para mejorar la estructura y fertilidad del suelo, alrededor de 70-75 días después de la siembra.



Informe final de Proyecto de Investigación

ESCUELAS DE CAMPO PARA PRODUCTORES DE MAIZ Y FRIJOL, ENFOCADO EN IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MODELO AGROECOLÓGICO CH'ORTI' (MACH-RC) PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE SUBSISTENCIA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JACINTO, SAN JOSÉ LA ARADA, SAN JUAN ERMITA Y JOCOTÁN, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2025.

Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte.
Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz.
Elder Onasis Moscoso Ortíz
Marlon Estuardo Sagastume Marroquín

Agenda: Sesión No.4

Horario	Tema	Responsable
8:40 Am	Registro de participantes	
8:50 Am	Llegada, bienvenida y apertura de la sesión	
9:00 Am	Presentación de equipo de investigación	
9:20 Am	Inicio del taller No.5 - Práctica Agroecológica: Lombricultura - Beneficios - Construcción - Manejo	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
10:20 Am	- Práctica Agroecológica: Bioinsumos - Beneficios - Elaboración - Usos	Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte/Onasis Moscoso
11:00 Am	- Práctica Agroecológica: Bioplaguicidas - Beneficios - Elaboración - Usos	Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte/Onasis Moscoso
11:00 Am	- Elaboración de un Bioinsumo	Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte/Onasis Moscoso

Informe final de Proyecto de Investigación

12:00 Pm	Visita a la parcela demostrativa	
----------	----------------------------------	--

OBJETIVOS ECA

3. Capacitar a los productores en prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales del sistema Chortí: Esto implica ofrecer formación práctica sobre el uso eficiente de recursos naturales, como el agua y el suelo, a través de técnicas que promuevan la biodiversidad, la fertilidad del suelo y la resiliencia frente a condiciones climáticas cambiantes.
4. Promover el fortalecimiento de la comunidad y la toma de decisiones participativas en la gestión agroecológica: Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los productores, con el fin de implementar prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la productividad de manera ecológica y reforzar las capacidades locales en la gestión agroambiental del territorio.

PRIMERA PARTE: PRÁCTICA LOMBRICULTURA

Materiales necesarios:

- 2 cubetas plásticas de 20 litros con tapa (pueden ser recicladas).
- Malla plástica o tela mosquitera.
- Herramientas: taladro o clavo caliente, cuchillo.
- Residuos orgánicos (restos de frutas, verduras, cáscaras de huevo, etc.).
- Lombrices rojas californianas (*Eisenia fetida*).

Pasos de construcción:

1. Preparación de la cubeta superior (compostera):
 - Perfora varios agujeros en la base para permitir el paso del lixiviado.
 - Coloca una capa de malla o tela mosquitera en el fondo para evitar que las lombrices caigan a la cubeta inferior.
2. Montaje del sistema:
 - Coloca la cubeta superior dentro de la inferior, asegurándote de que quede espacio entre ambas para que el lixiviado se acumule en la inferior.

Informe final de Proyecto de Investigación

3. Carga del material orgánico:

- Agrega una capa de tierra o fibra de plantas en la cubeta superior.
- Introduce las lombrices sobre esta capa.
- Añade residuos orgánicos en pequeñas cantidades, evitando cítricos, ajo, cebolla y alimentos muy salados o grasosos.
- Cada cierto tiempo ir agregando más capas de material para alimentar a las lombrices.

4. Mantenimiento:

- Mantén la humedad adecuada del sustrato, similar a una esponja escurrida, no debe haber saturación de agua.
- Evita la exposición directa al sol y la entrada de agua de lluvia.
- Cada cierto tiempo, retira la cubeta superior y vacía el lixiviado acumulado en la inferior.

5. Usos:

- El líquido o lixiviado de lombriz puede usarse para la aplicación foliar o tronqueada para las plantas utilizando a ración de 1-2 litros por cada bomba de 16 L.
- El humus sólido se debe colocar en la base del tallo de las plantas cubriéndolo del sol para que sea aprovechado y evitar su desecación.

La composición y calidad del lombricompost está en función del manejo durante el proceso de compostaje y del valor nutritivo de los desechos que consumió la lombriz, por lo tanto, un manejo adecuado de los desechos para formular una mezcla bien balanceada producirá un abono de excelente calidad (Rodas, 2022).

SEGUNDA PARTE: BIOINSUMOS

Materiales necesarios:

- 1 saco de hojarasca con micelio recolectado de un bosque o zona con descomposición natural
- 12 kg o 25 libras de pulimento de arroz o harina de maíz fina

Informe final de Proyecto de Investigación

- 1 litro de melaza, agua sin cloro (la necesaria para diluir la melaza y humedecer la mezcla)
- 1 cubeta o balde para mezclar
- 1 recipiente con tapa hermética (puede ser un tonel, caneca o saco de nylon doble sellado).

Metodología: Madre sólida

1. Recolección del micelio:

- Dirígete a un área natural sin perturbación humana (bosque, cafetal, zona con sombra).
- Remueve con cuidado la capa superficial de hojas hasta encontrar estructuras blancas (micelio) o materia en descomposición.
- Recolecta en un saco o costal una buena cantidad de ese material con micelio.

2. Preparación de la mezcla sólida:

- En el sitio de preparación, mezcla la hojarasca con el micelio recolectado.
- Agrega una parte de pulimento de arroz o harina de maíz fina. La proporción puede ser 1:1 entre hojarasca y pulimento.

3. Preparación del líquido:

- En una cubeta, mezcla 1 litro de melaza con agua sin cloro hasta diluir completamente.

4. Humedecer la mezcla:

- Ve añadiendo poco a poco el líquido a la mezcla seca, revolviendo constantemente.
- Usa la prueba del puño: al apretar un puñado, debe mantenerse compacto, pero sin que gotee agua.

5. Fermentación:

- Coloca la mezcla dentro de un recipiente con tapa hermética (puede ser un tonel, balde o saco plástico cerrado).
- Añade por capas y compacta bien cada una para eliminar el aire.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Llena completamente el recipiente y ciérralo bien para evitar entrada de oxígeno.

6. Reposo:

- Deja fermentar el preparado durante 22 a 25 días en un lugar fresco, seco y sin exposición al sol.

7. Verificación:

- Pasado el tiempo de fermentación, abre el recipiente.
- El material debe tener un olor agradable, tipo fermentado, y no debe presentar moho blanco excesivo en la superficie.

Metodología: Madre líquida:

Materiales necesarios:

- 1 caneca plástica con tapa (20 litros)
- 1 a 2 libras (aprox. 1 kg) de microorganismos sólidos (producto 1)
- 1 litro de melaza
- Agua sin cloro (para completar hasta llenar la caneca)
- 1 manguera delgada (30–50 cm)
- 1 botella con agua (para válvula de alivio de presión)
- Cuchara o palo de madera para mezclar

Preparación paso a paso:

1. Agregar los ingredientes:
 - Coloca dentro de la caneca las 2 libras de microorganismos sólidos.
 - Añade 1 litro de melaza.
 - Llena el resto de la caneca con agua sin cloro, dejando unos 3–5 cm sin llenar para permitir expansión por gases.
2. Mezclar:
 - Usa un palo o cuchara de madera para mezclar bien hasta que todos los ingredientes estén completamente integrados.
3. Instalar válvula de alivio:

Informe final de Proyecto de Investigación

- Haz un pequeño agujero en la tapa de la caneca e inserta una manguera delgada.
- Sella el contorno para evitar entrada de aire.
- Introduce el otro extremo de la manguera en una botella con agua (esto permitirá liberar los gases de la fermentación sin dejar entrar oxígeno).

4. Fermentación:

- Coloca la caneca en un lugar fresco, sin sol directo.
- Deja fermentar durante 15 días, tiempo en el que se producirá gas que saldrá por la manguera.

5. Verificación:

- Al final del proceso, el líquido debe tener un olor agradable (tipo fermentado dulce).
- Ya puedes utilizarlo como inoculante o base para otras preparaciones.

Métodología Bioinsumo:

Materiales necesarios por caneca (20 litros):

- 1 litro del **Producto 2 (madre líquida)**
- 1 litro de **melaza**
- 18 litros de **agua sin cloro**
- 1 caneca con tapa (capacidad de 20 litros)
- Palo o cuchara para mezclar

Preparación paso a paso:

1. En una caneca limpia de 20 litros, agrega 1 litro del Producto 2 (madre líquida).
2. Añade 1 litro de melaza.
3. Completa con 18 litros de agua sin cloro.
4. Mezcla muy bien todos los ingredientes.
5. Tapa la caneca sin sellarla herméticamente (puede ser con una tapa floja o cubierta con tela) para permitir que escapen los gases de fermentación.

Informe final de Proyecto de Investigación

6. Deja fermentar en un lugar fresco y sombreado durante **7 a 10 días**.
7. El producto estará listo cuando tenga un olor agradable a fermentado, sin malos olores.

Rendimiento y aplicación:

- Una caneca de Producto 2 rinde para preparar **20 canecas** de Producto 3.
- Se aplica en cultivos a razón de **1 a 2 litros por bomba de 16 litros de agua**, ya sea **rociado al follaje** para fortalecer las plantas o **aplicado al rastrojo** para acelerar la descomposición de residuos orgánicos.

TERCERA PARTE: BIOPLAGUICIDAS

Como su nombre lo dice pretende la integración de varias técnicas para el manejo de plagas, existen varias técnicas entre ellas podemos mencionar el control mecánico, el control físico, control cultural, control biológico, control etológico, control químico, control legal, etc. (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020).

Materiales:

- 1 litro de **Producto 2 (madre líquida)**
- 1 litro de **melaza**
- 18 litros de **agua sin cloro**
- **Especies vegetales** como ajo, chile, pimienta, ruda, neem (200-500 g) o **azufre** (100-200 g)

Metodología:

Preparación:

1. Mezclar el Producto 2, melaza y agua en la caneca.
2. Añadir las especies vegetales trituradas o el azufre.
3. Dejar fermentar durante **7 a 10 días** en un lugar fresco y sombreado.

Aplicación:

- **Dosis:** 1-2 litros por bomba de 16 litros de agua.
- Aplicar **al follaje o rastrojo** para repeler plagas o controlar hongos.



Informe final de Proyecto de Investigación

ESCUELAS DE CAMPO PARA PRODUCTORES DE MAIZ Y FRIJOL, ENFOCADO EN IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MODELO AGROECOLÓGICO CH'ORTI' (MACH-RC) PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE SUBSISTENCIA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JACINTO, SAN JOSÉ LA ARADA, SAN JUAN ERMITA Y JOCOTÁN, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2025.

Ph. D. Eduardo René Solís Fong.
Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte.
Ing. Agr. Gladys Eunice Ortega Paz.
Elder Onasis Moscoso Ortíz
Marlon Estuardo Sagastume Marroquín

Agenda: Sesión No.5

Horario	Tema	Responsable
8:40 Am	Registro de participantes	
8:50 Am	Llegada, bienvenida y apertura de la sesión	
9:00 Am	Presentación de equipo de investigación	
9:20 Am	Inicio del taller No.5 - Práctica Agroecológica: Cromatografía de suelos - Beneficios - Importancia	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso
10:20 Am	- Práctica realización de una cromatografía de suelo.	Ph. D. Eduardo René Solís Fong/Onasis Moscoso

OBJETIVOS ECA

1. Capacitar a los productores en prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales del sistema Chortí: Esto implica ofrecer formación práctica sobre el uso eficiente de recursos naturales, como el agua y el suelo, a través de técnicas que promuevan la biodiversidad, la fertilidad del suelo y la resiliencia frente a condiciones climáticas cambiantes.

Informe final de Proyecto de Investigación

2. Promover el fortalecimiento de la comunidad y la toma de decisiones participativas en la gestión agroecológica: Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los productores, con el fin de implementar prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la productividad de manera ecológica y reforzar las capacidades locales en la gestión agroambiental del territorio.

PRIMERA PARTE: CROMATOGRAFÍA DE SUELOS

La cromatografía de Pfeiffer es un método cualitativo útil en el análisis físico, nutrimental y biológico de suelos. El resultado de esta metodología es la obtención de un cromatograma (papel filtro con extracto de suelo impregnado que genera una foto) que representa las cualidades y la calidad del suelo considerando las actividades microbiológicas, contenido mineral y de materia orgánica a través de diferentes zonas, colores, formas e integración entre ellas (Martínez Pérez et al., 2022).

La cromatografía de suelos facilita el monitoreo de la calidad del suelo, permitiendo ajustar prácticas de manejo para optimizar la fertilidad y la productividad de los cultivos. Además, al ser una técnica sencilla, es adecuada para su implementación en zonas rurales con recursos limitados. Su uso contribuye a una agricultura más regenerativa y respetuosa con el medio ambiente.

Metodología:

1. Preparación de la muestra de suelo

- Recolecta la muestra: Obtén una muestra representativa del suelo que deseas analizar.
- Secado y molienda: Seca la muestra al aire y luego muélela finamente utilizando un mortero y pistilo.
- Tamizado: Tamiza la muestra molida con un colador fino para obtener partículas pequeñas y homogéneas.

Informe final de Proyecto de Investigación

2. Extracción con hidróxido de sodio

- Preparación de la solución: Prepara una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% disolviendo 10 g de NaOH en 1 litro de agua destilada.
- Mezcla con el suelo: Añade 50 ml de la solución de NaOH a 5 g de la muestra de suelo en un vaso de plástico.
- Agitación: Agita la mezcla dando seis giros a la derecha y seis a la izquierda.
- Reposo: Deja reposar la mezcla durante 15 minutos.
- Filtración: Filtra la mezcla para obtener el sobrenadante, que será utilizado en el siguiente paso.

3. Preparación del papel filtro con nitrato de plata

- Preparación de la solución: Disuelve 0.15 g de nitrato de plata (AgNO_3) en 30 ml de agua destilada para obtener una solución al 0.5%.
- Sensibilización del papel: Coloca el papel filtro en un recipiente oscuro y vierte la solución de nitrato de plata sobre él, asegurando que quede bien impregnado.
- Secado: Deja secar el papel filtro en un lugar oscuro y fresco durante aproximadamente 10 días.

4. Impregnación del papel filtro con el extracto de suelo

- Preparación del dispositivo: Coloca un arillo de plástico sobre una superficie plana y coloca una taparrosca en el centro.
- Colocación del pabilo o hilo de algodón: Introduce un pabilo en la perforación central del papel filtro impregnado con nitrato de plata.

Informe final de Proyecto de Investigación

- Aplicación del extracto: Con una jeringa, coloca 5 ml del sobrenadante de suelo en la taparroscas.
- Montaje: Coloca el papel filtro con el pabito sobre el arillo, asegurando que el pabito entre en la taparroscas.
- Secado: Deja secar el conjunto en un lugar oscuro durante aproximadamente 10 días.

5. Interpretación del cromatograma

Los patrones formados en el papel filtro pueden indicar la calidad del suelo. Colores como amarillo, dorado o anaranjado suelen ser indicativos de un suelo saludable, mientras que colores oscuros pueden señalar desequilibrios.

La cromatografía de Pfeiffer es un método integral, sencillo, de bajo costo, eficaz y aplicable para evaluar la calidad del suelo. El objetivo del presente manual es mostrar la metodología para la obtención de cromatogramas de suelo de las unidades de producción atendidas por el programa Altepetl y generar un diagnóstico rápido de la condición del suelo para orientar el manejo agroecológico pertinente y su posible certificación como sello verde. (Martínez Pérez et al., 2022).

Anexo 3:

2023: Identificación de prácticas y conocimientos agrícolas que mejoren capacidades de adaptación, en los municipios del área Ch'ortí', Chiquimula, Guatemala (<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2023-37.pdf>)

2024: Impacto de prácticas agroecológicas en el suelo y agua para uso agrícola: revisión de campo en sistema milpa en la región Ch'orti', Chiquimula (<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2024-41.pdf>)



Informe final de Proyecto de Investigación

Declaración del coordinador (a) del proyecto de investigación

El coordinador (a) de proyecto de investigación con base en el Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación cofinanciados por medio del Fondo de Investigación, artículo 20, elaboró este informe en función de los datos recabados en el proyecto.

PhD. Eduardo René Solís Fong	
Fecha: dd/mm/año (fecha aprobada por DIGI)	

Aval del director (a) del instituto, centro, unidad o departamento de investigación o coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 19 del Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación cofinanciados por medio del Fondo de Investigación otorgo el aval al presente informe final de las actividades realizadas en el proyecto “Implementación y Transferencia del Modelo Agroecológico Ch’orti (MACH-RC) para fortalecer la Resiliencia Climática en Agricultura de Subsistencia” en mi calidad de director del instituto de investigación mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabera	
Fecha: dd/mm/año	



Informe final de Proyecto de Investigación
Recepción de la Dirección General de Investigación

M.Sc. Andrea Eunice Rodas Morán	Firma
Fecha: dd/mm/año	

/Digi2025