



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial -PUIDI-

Nombre del programa universitario de investigación de la DIGI

Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de
Quetzaltenango, utilizando el método científico

Nombre del proyecto de investigación

4.8.63.6.74

Número de partida presupuestaria

Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII / Facultad de Ingeniería, USAC.

Unidad académica o centro no adscrito a unidad académica que avaló el proyecto

MSc. Ing. Saulo Moisés Méndez Garza

Br. José Luis Chiroy Mendoza

Br. Nelson Anibal Calán Tomás

Br. Emely Lorena Camey Martínez

Nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por la DIGI

Sección de Ecomateriales, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC,

Guatemala 28 de febrero de 2025

Lugar y fecha de presentación del informe final dd/mm/año



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Contraportada

Autoridades de la Dirección General de Investigación

Dra. Alice Burgos Paniagua

Directora General de Investigación

Inga. Liuba Cabrera

Coordinadora de Programa Universitario de Investigación

Autores

MSc. Ing. Saulo Moisés Méndez Garza, 20030159

Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, 5375

Dr. Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata, 12155

Br. José Luis Chiroy Mendoza, 20210561

Br. Nelson Anibal Calán Tomás, 20210413

Br. Emely Lorena Camey Martínez, 20240098

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: 4.8.63.6.74 en el Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial -PUIDI-.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Contenido

Contenido	iii
Resumen	1
Palabras clave	1
Abstract	2
Keywords	2
1. Contexto de la investigación	4
1.1. Delimitación en tiempo	4
1.2. Delimitación espacial	4
1.3. Ubicación geográfica del municipio de San Martín Sacatepéquez	5
2. Revisión de literatura	8
2.1. Marco teórico	13
2.1.1. Método científico	14
3. Planteamiento del problema	16
4.1 Causas y efectos del problema	17
4. Objetivos	18
4.1. General	18
4.2. Específicos	18
5. Hipótesis (no aplica)	19
6. Método	19
6.1. Tipo de investigación	19
6.2. Enfoque y alcance de la investigación	19
6.3. Diseño de la investigación	20
6.4. Población, muestra y muestreo	21
6.5. Técnicas	21
6.6. Resumen de las variables o unidades de análisis	22
6.7. Procesamiento y análisis de la información	23
6.8. Línea basal	24
6.8.1. Organización de actividades	24



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.8.2.	Participación comunitaria.....	25
6.8.3.	Recorrido y reconocimiento de las áreas para la obtención de la información ..	26
6.8.4.	Identificación de actividades productivas	28
6.9.	Estudio de mercado	33
6.9.1.	Obtención de la información.....	33
6.10.	Capacidad instalada de la Comunidad Nuevo San Martín	37
6.10.1.	Identificación de áreas.....	37
6.10.2.	Localización del proyecto	38
6.10.3.	Instalaciones, obra física y servicios	38
6.10.4.	Talento humano	39
6.10.5.	Monitoreo y evaluación del agua en la comunidad	39
6.10.6.	Evaluación de la calidad del agua.....	41
6.11.	Estudio de impacto ambiental	42
6.11.1.	Aspectos generales de la comunidad	42
6.11.2.	Evaluación de impacto ambiental de la actividad productiva	45
6.12.	Proceso de construcción de un sistema de experimentación para la actividad productiva: cultivo y cosecha de tomate bajo condiciones de un invernadero.....	48
6.12.1.	Materiales, equipo e instalaciones	49
6.12.2.	Proceso constructivo de invernadero experimental.....	54
6.12.3.	Siembra de pilones de tomate en el invernadero experimental, con participación comunitaria y equipo de investigación.....	63
6.12.4.	Monitoreo de manejo del cultivo de tomate, con participación comunitaria y equipo de investigación	63
6.13.	Obtención de la información.....	63
6.13.1.	Consulta a usuarios de los mercados de San Martín, Sacatepéquez y Colomba Costa Cuca, ambos del departamento de Quetzaltenango.	63
6.13.2.	Área de usos múltiples para actividades productivas	69
6.13.3.	Diseño de planos de invernadero de carácter experimental	70
6.14.	Evaluación de la calidad del agua en el Laboratorio Unificado de Microbiología Sanitaria.....	80
6.14.1.	Proceso de potabilización del agua	84
6.15.	Procedimiento de Evaluación Ambiental Inicial Categoría C -PEAIC-	86



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.15.1. Presentación del procedimiento	86
6.15.2. Instrumento de solicitud de nueva licencia ambiental, reposición, y renovación categoría cr, c, b2, b1, a.....	94
6.16. Análisis FODA	96
6.16.1. Fortalezas	96
6.16.2. Oportunidades	97
6.16.3. Debilidades	99
6.16.4. Amenazas	100
7. Aspectos éticos y legales	102
8. Resultados y discusión.....	102
9. Propiedad intelectual	105
10. Beneficiarios directos e indirectos	105
11. Estrategia de divulgación y difusión de los resultados.....	106
12. Contribución a las Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND)	108
13. Contribución al desarrollo de iniciativas de ley	110
14. Vinculación	111
15. Conclusiones	111
16. Recomendaciones	111
Referencias.....	112
Declaración del coordinador del proyecto de investigación	116
Aval del director (a) del instituto, centro, unidad o departamento de investigación o coordinador de investigación del centro regional universitario	116
Aprobación de la Dirección General de Investigación.....	117



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 1. Ubicación de la comunidad rural Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez.....	5
Figura 2. Mapa de Micro regionalización del municipio San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango 6	
Figura 3. Temperatura media de San Martín Sacatepéquez, Guatemala	7
Figura 4. Precipitación media en San Martín Sacatepéquez, Guatemala	8
Figura 5. Reunión con el COCODE de la comunidad Nuevo San Martín	26
Figura 6. Reunión con los comunitarios de Nuevo San Martín.....	30
Figura 7. Invernadero experimental en la unidad de UVIGER	31
Figura 8. Producción de tomate en un invernadero.....	31
Figura 9. Otras plantaciones cultivadas dentro de un invernadero de UVIGER	32
Figura 10. Infraestructura de un invernadero convencional en UVIGER	32
Figura 11. Consulta a los usuarios del mercado de San Martín, Sacatepéquez, Quetzaltenango	34
Figura 12. Consulta en el mercado de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango	34
Figura 13. Expedición al nacimiento de agua que abastece a los comunitarios	40
Figura 14. Reconocimiento de la situación del nacimiento de agua	40
Figura 15. Evaluación preliminar de la calidad del agua.....	41
Figura 16. Medición de cantidad de agua	41
Figura 17. Diagrama de flujo del estudio de impacto ambiental.....	48
Figura 18. Selección y transporte de madera.....	50
Figura 19. Revisión de especificaciones técnicas	51
Figura 20. Revisión de medidas de la madera	51
Figura 21. Proceso de transformación de la madera.....	51
Figura 22. Verificación de medidas de la madera que formara la estructura del invernadero	52
Figura 23. Diagrama del procedimiento para preparación de madera en el CII.....	52
Figura 24. Carga y traslado de la madera	53
Figura 25. Participación comunitaria en el traslado de la madera	53
Figura 26. Curado de madera.....	54
Figura 27. Medición y marcaje para ensambles de la estructura del invernadero experimental.....	54
Figura 28. Diagrama de flujo de construcción del invernadero.....	58
Figura 29. Preparación del terreno para la construcción del invernadero	59
Figura 30. Preparación de madera de acuerdo a diseño	59
Figura 31. Ensayo de piezas de madera antes de montaje	60
Figura 32. Elaboración de columnas de madera	60
Figura 33. Centrado de estructura del invernadero experimental	60
Figura 34. Mediciones para centrado de estructura	61
Figura 35. Montaje de estructura	61
Figura 36. Armado de estructura	62
Figura 37. Finalización de la estructura del invernadero.....	62
Figura 38. Invernadero experimental terminado	62
Figura 39. Instrumento de recopilación de información en el mercado de San Martín Sacatepéquez	64



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 40. Instrumento de recopilación de información en el mercado de Colomba Costa Cuca	65
Figura 41. Polígono del área de verde de la comunidad Nuevo San Martín.....	69
Figura 42. Diseño de planos para el invernadero experimental construido en la comunidad	70
Figura 43. Vista lateral de diseño	71
Figura 44. Planta de techo del diseño	72
Figura 45. Marco de invernadero.....	73
Figura 46. Elevación posterior de diseño	74
Figura 47. Instrumento de evaluación del funcionamiento del invernadero	75
Figura 48. Diseño de un invernadero convencional	76
Figura 49. Planta de techo del invernadero convencional	77
Figura 50. Sección transversal de la estructura del invernadero convencional.....	78
Figura 51. Elevaciones intermedias del invernadero convencional.....	79
Figura 52. Elevación de la parte posterior del invernadero convencional	80
Figura 53. Adquisición de tinacos.....	84
Figura 54. Construcción de base para tinacos.....	84
Figura 55. Instalación de la base para ubicación de tinacos.....	85
Figura 56. Dosificación de solución con participación comunitaria.....	85
Figura 57. Verificación del agua que llega a los grifos de la comunidad	85
Figura 58. Diagrama de flujo del procedimiento para potabilizar el agua.....	86
Figura 59. Entrevista radial de Ciencia y Tecnología	108



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Tabla 1. Cantidad de tomate cosechado	20
Tabla 2. Objetivos, variables, instrumentos y unidad de medida o cualificación utilizada en la investigación.	22
Tabla 3. Áreas internas y externas a la Comunidad Nuevo San Martín	27
Tabla 4. Actividades productivas identificadas	28
Tabla 5. Ventajas y desventajas de un invernadero con cultivos de tomate	29
Tabla 6. Contenido del instrumento diseñado para los usuarios de los mercados de San Martín, Sacatepéquez y Colomba, Costa Cuca	35
Tabla 7. Estudio de impacto ambiental: categorías y aspectos a evaluar	47
Tabla 8. Cantidad, dimensión, y especificaciones de la madera para la construcción del invernadero experimental.....	55
Tabla 9. Comparación de datos recopilados en los mercados aledaños a la Comunidad meta	66
Tabla 10. Resultados de Análisis Físico Químicos Sanitarios y Exámenes Bacteriológicos	82
Tabla 11. Evaluación del impacto ambiental categoría C.....	88
Tabla 12. Plantas medicinales obtenidas en donación por el MAGA	104
Tabla 13. Beneficiarios directos e indirectos de la investigación	105
Tabla 14. Estrategia de divulgación y difusión de los resultados del proyecto de investigación	106
Tabla 15. ODS y su relación con metas e indicadores	108



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Resumen

La interdisciplinariedad de los investigadores y la participación comunitaria, orientaron la investigación, de enfoque mixta, hacia el cultivo de tomate en invernadero experimental; se necesitará más de una actividad productiva para cubrir la demanda de consumo de alimentos y generación de empleos en la comunidad. La actividad productiva seleccionada, resultó de reuniones con comunitarios, así como los datos cuantitativos y cualitativos, obtenidos con base en los ODS relacionados, se diseñó un instrumento de consulta, con doce interrogantes para recolección de información entre comunitarios y usuarios de mercados cantonales. Las visitas a la comunidad, para establecer su capacidad instalada y el análisis de la información obtenida del instrumento, determinaron la experimentación del cultivo de 50 pilones de tomate bajo condiciones de un invernadero, construido con materiales duraderos, así como el proceso en la selección y productividad del tomate, fueron componentes de la metodología utilizada, la cual fue aplicada y reproducida en otras actividades productivas, desarrolladas por los comunitarios, consistentes en el cultivo de chile pimiento y chile jalapeño, demostrando así su iniciativa y resiliencia de los conocimientos aprendidos. Los comunitarios han planificado, a raíz de la experiencia del cultivo de tomate, la construcción de dos invernaderos con dimensiones de: 10m de ancho, por 15m de largo, por 4m de alto. Es importante fortalecer la organización comunitaria, mediante capacitaciones sobre el uso eficiente de sus recursos locales, la productividad, generación de trabajo comunitario y la comercialización de sus productos. Los resultados fueron divulgados como artículo científico y a través de entrevista radial.

Palabras clave

1. Bienestar	2. Desarrollo comunitario	3. Desarrollo rural	4. Salud humana	5. Vulnerabilidad
--------------	---------------------------	---------------------	-----------------	-------------------



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Abstract

The interdisciplinary of the researchers and community participation guided the research, with a mixed approach, towards the cultivation of tomato in an experimental greenhouse; More than one productive activity will be needed to cover the demand for food consumption and job creation in the community. The selected productive activity resulted from meetings with community members, as well as the quantitative and qualitative data, obtained based on the related SDGs, a consultation instrument was designed, with twelve questions to collect information between community members and users of cantonal markets. The visits to the community, to establish its installed capacity and the analysis of the information obtained from the instrument, determined the experimentation of the cultivation of 50 tomato pylons under the conditions of a greenhouse, built with durable materials, as well as the process in the selection and productivity of the tomato, were components of the methodology used, which was applied and reproduced in other productive activities, developed by the community, consisting of the cultivation of pepper and jalapeño pepper, thus demonstrating their initiative and resilience of the knowledge learned. The community members have planned, as a result of the experience of growing tomatoes, the construction of two greenhouses with dimensions of: 10m wide, 15m long, and 4m high. It is important to strengthen community organization, through training on the efficient use of local resources, productivity, generation of community work and the marketing of their products. The results were disseminated as a scientific article and through a radio interview.

Keywords

1. Welfare	2. Community development	3. Rural development	4. Human health	5. Vulnerability
------------	--------------------------	----------------------	-----------------	------------------



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Introducción

La comercialización de bienes y/o servicios es un fenómeno ocurrente y recurrente en todas las esferas de la sociedad e impacta directamente en la economía local.

Se realizó la investigación para determinar una actividad productiva y su implementación en la comunidad rural Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Los resultados de esta investigación académica, siguiendo la línea basal, fortalecen el desarrollo sobre prácticas sostenibles de consumo responsable, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles de Naciones Unidas, en la Agenda 2030.

El proceso consistió, inicialmente, en una investigación documental, donde se obtuvo información sobre variables, tales como: tecnologías, prácticas sociales, recursos utilizados, hábitos culturales y de consumo; dentro de la concepción de un modelo de desarrollo humano, social y económico, que garantice la calidad de vida, la auto sostenibilidad, la auto administración de sus recursos tales como el uso del agua y uso del suelo.

Las prácticas comunitarias identificaron, mediante la actividad productiva determinada, factores de beneficio tales como ahorro, el uso racional y eficiente de los recursos naturales, todos ellos representan aspectos que se han medido y cuantificado en la comunidad como práctica sostenible.

La comunidad Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, necesitaba experimentar nuevas actividades productivas para enfrentar la problemática de sus necesidades humanas prioritarias para combatir la pobreza, el hambre y la falta de auto sostenibilidad en alimentos.

A manera de dato histórico, Calvente (2007), el término “sustentabilidad” ha experimentado transformaciones en el tiempo, hasta llegar a la concepción actualizada basada en el desarrollo de los sistemas socio ecológicos.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

De acuerdo con Martinoska & Sekulovska (2001); Rezaei & Liu (2017) y Favier & Favier (2019), “es importante considerar la tierra, la energía, el despilfarro del agua y otros recursos naturales usados para generar productos y/o servicios para las personas”.

Se identificaron, analizaron y evaluaron las posibles actividades productivas a nivel local con participación comunitaria, se determinó la situación actual de Nuevo San Martín, así como los principales impactos ambientales y se experimentó en el campo, la actividad productiva seleccionada. Se generaron conocimientos nuevos sobre un invernadero experimental, la potabilización del agua y plantas medicinales.

1. Contexto de la investigación

1.1. Delimitación en tiempo

El proyecto se ejecutó de febrero a octubre de 2024.

1.2. Delimitación espacial

La ejecución del proyecto de investigación, se realizó en la comunidad rural Nuevo San Martín, del municipio de San Martín Sacatepéquez, departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Las concepciones técnicas y gestiones administrativas, se planificaron, diseñaron y ejecutaron desde las Secciones de Ecomateriales y Tecnología de Materiales, del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Se realizaron actividades específicas en el Viceministerio de Seguridad Alimentaria, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, -MAGA- y en la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La población meta beneficiada directamente por la investigación, fue de 36 familias, ubicadas en 30 viviendas, siendo, 34 hombres, 39 mujeres, 26 niños, 26 niñas haciendo un total de 125 persona.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

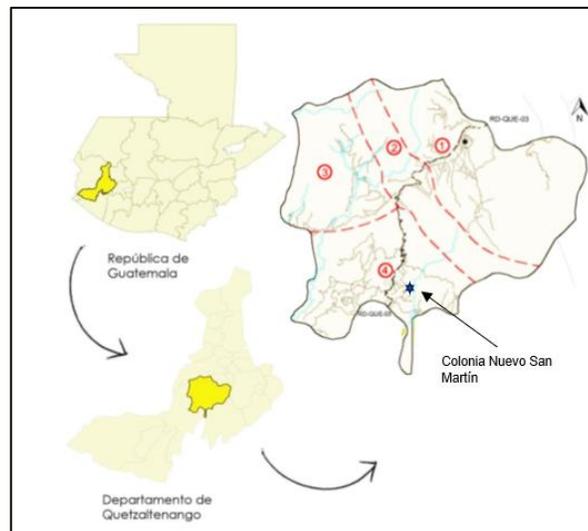
La metodología del proyecto, podrá ser reproducida y empleada en poblaciones rurales de la República, comprende el 46.15%, equivalente a 6.87 millones de habitantes, según el (INE, 2018) a través del XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda.

1.3. Ubicación geográfica del municipio de San Martín Sacatepéquez

Con datos recopilados de Google Maps, las coordenadas de ubicación de la comunidad de nuevo San Martín son, latitud: 14°45'21.4"N longitud: 91°40'19.3"W y se encuentra a una altitud entre 1640 y 1670 m sobre el nivel del mar.

Figura 1.

Ubicación de la comunidad rural Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez



Nota. Comunidad ubicada en el departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Adaptado de *Municipalidad de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, 2020, p. 18, "Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango"*.
(https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/06/912_PDM-OT_SAN_MARTIN_SACATEPEQUEZ.pdf)

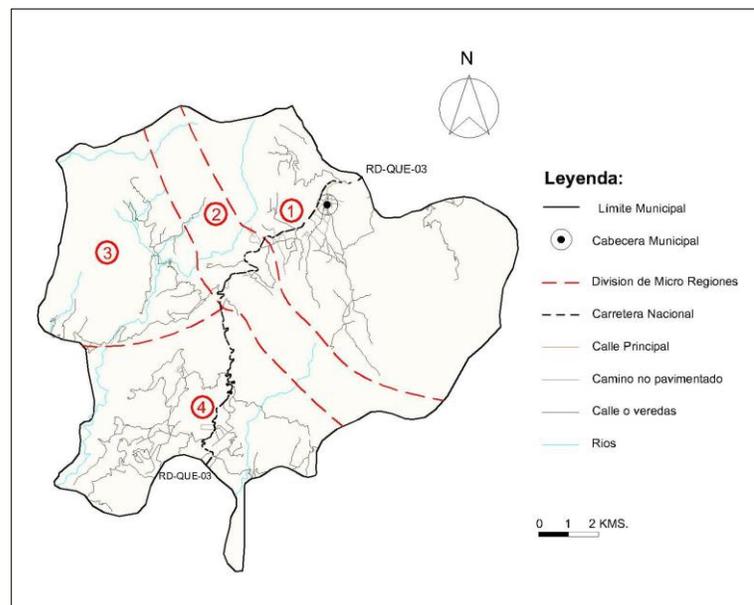
Territorialmente, “San Martín Sacatepéquez tiene una extensión de 143.80 km²” GIMBUT (2014) y una “densidad poblacional de 204 habitantes / km²” Censo (2018). La altitud de la cabecera municipal es de 2,469 m s.n.m.; en los meses de diciembre y enero predomina el

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

clima frío y hay madrugadas que la temperatura baja hasta cero grados Celsius o menos. (PDM, 2011-2025).

Figura 2.

Mapa de Micro regionalización del municipio San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango



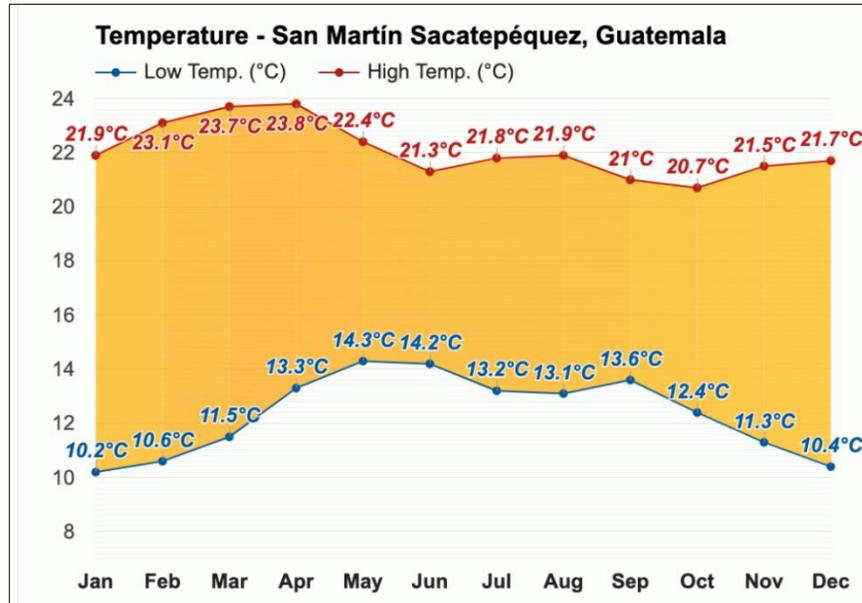
Nota. Comunidad ubicada en el departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Adaptado de *Municipalidad de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, 2020, p. 19, "Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango"*. (https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/06/912_PDM-OT_SAN_MARTIN_SACATEPEQUEZ.pdf)

Consultado el 20 de noviembre 2024. De dominio público.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 3.

Temperatura media de San Martín Sacatepéquez, Guatemala

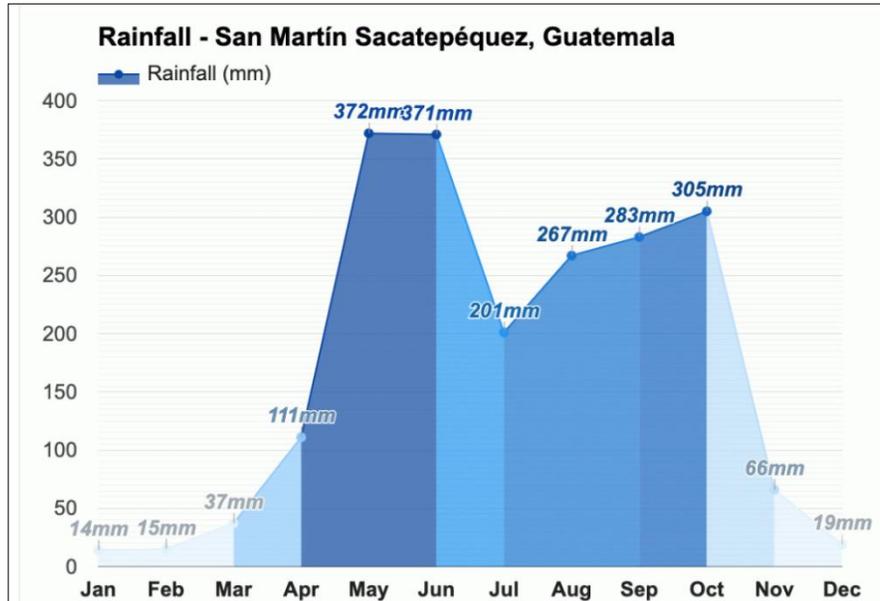


Nota. *Temperaturas registradas en San Martín Sacatepéquez. Adaptado de Weather Atlas, 2024. "Clima y previsión meteorológico mensual San Martín Sacatepéquez, Guatemala". (<https://www.weather-atlas.com/es/guatemala/san-martin-sacatepequez-clima>), consultado el 3 de diciembre de 2024. De dominio público.*

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 4.

Precipitación media en San Martín Sacatepéquez, Guatemala



Nota. *Precipitaciones registradas en San Martín, Sacatepéquez. Adaptado de Weather Atlas, 2024. "Clima y previsión meteorológico mensual San Martín Sacatepéquez, Guatemala". (<https://www.weather-atlas.com/es/guatemala/san-martin-sacatepequez-clima>), consultado el 3 de diciembre de 2024. De dominio público.*

2. Revisión de literatura

El desarrollo sostenible, desde la perspectiva comunitaria, es considerada de gran importancia en el mundo contemporáneo, para garantizar la sostenibilidad de los programas o proyectos de desarrollo a nivel local, y su esencia es involucrar a la población en la toma de decisiones, a partir de la identificación conjunta de sus problemas o necesidades y la búsqueda de opciones de solución. (Pérez, 2014)

La propuesta de Investigación contribuye al fortalecimiento y cumplimiento de la política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de SEGEPLAN, con énfasis en el numeral 9.5 Promoción de sistemas de producción sostenible donde dice que, "fomentará la promoción de sistemas de producción agropecuaria sostenibles, fortaleciendo las diversas formas



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

productivas, -en el marco de la interculturalidad,- fortaleciendo las cadenas productivas, y disminuyendo los niveles de intermediación comercial entre productores y consumidores” (- SEGEPLAN-, 2005).

Es por ello que, establecer un modelo de desarrollo sostenible, con características cualitativas, cuantitativas y de gestión, permitirá identificar los beneficios económicos, sociales y culturales de la comunidad meta. Según Bolivar (2011), “el desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

Existen espacios poco explorados y aprovechados de manera empírica para un emprendimiento comunitario a nivel rural, como el aprovechamiento y transformación de los desperdicios de alimentos, lo cual es importante abordar como una oportunidad para la innovación, a través del establecimiento de actividades productivas, en la creación de mercados de bajos costos, considerando que Zambrano et al. (2015) mencionan que “el desperdicio de alimentos, puede verse como la principal causa de la sobreexplotación de recursos y los problemas globales”. Es necesario considerar que, la solución no es dejar de consumir y tampoco de producir alimentos, pero si una revisión a los hábitos de consumo en los hogares.

El desperdicio se da en todas las fases de la cadena de suministros, desde la agricultura, el transporte, el almacenamiento, los canales de distribución (mercados y supermercados) y el consumidor final en las viviendas; por lo que abordar las pérdidas y el desperdicio de alimentos en la forma eficiente, sostenible e integrada debe considerarse una oportunidad para optimizar el uso de los recursos naturales y financieros en el mismo tiempo. (Rezaei y Liu, 2017).

Dentro de las prácticas sostenibles identificadas en el consumo de alimentos, pueden mencionarse algunas que están al alcance de las personas, tales como: comprar las cantidades adecuadas, dosificar los alimentos y examinar con atención las fechas de caducidad, organizar de forma lógica los alimentos en la refrigeradora y limpiar esta regularmente.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Debe considerarse el establecimiento de objetivos de prevención de los residuos alimenticios mediante medidas de obligatorio cumplimiento, sin embargo, el autor tiene consideraciones importantes, sin embargo se corre el riesgo de que la obligación se aleje de la sostenibilidad, considerando que una comunidad puede adoptar hábitos de consumo amigables con el medio ambiente, los cuales puedan ser integrados en un modelo de desarrollo sostenible comunitario (Calderón Farfán, et al., 2018). Este concepto es acuñado por Abad (2019), cuando se refiere a la economía social y solidaria como “el conjunto de enfoques teóricos, realidades socio-económicas y prácticas empresariales”.

Zambrano et al. (2015), incluye el factor humano en el desarrollo sostenible, menciona que “este consiste en un esquema que, además, abarca lo social y económico, que debe ser capaz de mantenerse de manera indefinida en armonía con los sistemas biofísicos del planeta”, agrega también que, “el desarrollo sostenible, es un generador de empleo, promueve la diversificación económica, la investigación y el desarrollo de nuevos productos”. Según Landa (2018), “hablar de desarrollo sostenible, es pensar en preservar el patrimonio natural, utilizar energías renovables, vivir en armonía con el ambiente, equilibrar la satisfacción de necesidades y servicios, en otras palabras, la comunidad debe administrar y gestionar sus recursos, especialmente los naturales”.

Un ejercicio, aunque no propiamente se relaciona con el aprovechamiento de alimentos no utilizados, es el que se desarrolla en comunidades del altiplano guatemalteco, concretamente en comunidades del departamento de Quetzaltenango, en donde la iniciativa ESS ha establecido un modelo de desarrollo de las comunidades a través de cooperativas y asociaciones con pocos miembros, liderados por la organización PECOSOL.GT, Fuentes (2022) y Alemán (2006) menciona que “la inversión de capital foráneo, consolida la economía de los países más atrasados”.

PECOSOL-GT, se originó en Managua, Nicaragua, y desde su nacimiento en 2010, fijó el objetivo de transformarse en un modelo de desarrollo, una plataforma capaz de aglutinar a cooperativas, asociaciones y organizaciones de pequeños agricultores indígenas en función de los preceptos de ESS, en el istmo centroamericano, Fuentes (2022).



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

“A la fecha, este programa opera en 4 municipios de Quetzaltenango: Cantel, Cajolá, Zunil y la cabecera departamental, los campos en que han incursionado con actividades comerciales son: atoles, lácteos, plantas ornamentales, pollo, chocolate, fruta, mermeladas, huevos y vegetales” (Fuentes, 2022). Según González Martell, et al., (2019) “hace referencia a otras formas de alimentación que dispone una comunidad como la adquisición de alimentos en tiendas o mercados, cuentan con huertos propios y, en algunos casos, con animales domésticos de patio”.

“El aspecto rural en América Latina, ha experimentado diferentes transformaciones comerciales en las zonas rurales, de donde se deriva una amplia gama de actividades productivas en la agricultura, pequeña y mediana industria, comercio, servicios y otros” (Vargas, 2009). “Sin embargo, aún persisten los problemas para dar el salto a las actividades productivas por la falta de acceso a la asistencia técnica” (Sámano Rentería y Baca del Moral, 2017).

Otro caso de emprendimiento surgió en el año 2010, en el municipio de Champerico, Retalhuleu, la organización Arquitectos sin Fronteras de Galicia, España, desarrolló un proyecto de construcción de viviendas nuevas y reparación de otras más por espacio de dos años, para ello, la organización indígena ASIAPRODI fungió como contrapartida. Luego de finalizado el proyecto, las comunidades beneficiarias desarrollaron una iniciativa de emprendimiento para elaborar, por sí solos, materiales de construcción tales como bloques de concreto y tejas de micro concreto; el proyecto demandó la creación de una figura comercial, siendo la cooperativa la que mejor se adaptaba a sus intereses para la elaboración y venta de dichos materiales. (Méndez Garza, 2011); “esto da lugar a la transformación de la economía en la producción, distribución y consumo, lo que da lugar al surgimiento de la solidaridad comunitaria” (Battisti Telles, et al., 2020).

Los invernaderos permiten, a los agricultores, sembrar y cosechar durante todo el año, debido a que los cultivos se benefician de un microclima durante su ciclo productivo y se clasifican de acuerdo a los materiales empleados para su construcción, la cobertura y las características del techo son definidos por Eralte (2018).



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Según Cruz W, et al., (2024), “los diseños de invernaderos más utilizados, son del tipo túnel, capilla, capilla modificada, diente de cierra, techo curvo, parral y holandés”.

“El tipo de cultivo y el clima local, son los aspectos más importantes a considerar para la selección del invernadero adecuado” (Valenxi, 2011).

Les denomina microclima a las características climáticas internas de un invernadero, diferentes a las del resto de la zona donde se encuentra ubicado, añade que, los microclimas de los invernaderos tienen como propósito maximizar la entrada de radiación para que las plantas hagan la mayor fotosíntesis posible y son efecto de la cubierta que se coloca sobre el cultivo y de otra serie de variables que lo caracteriza, como la temperatura y altitud-latitud, topografía, humedad, vegetación y luz. Guerrero S. (2012)

Según (Cruz, W, et al., 2024) se han identificado aspectos externos e internos para los procesos y procedimientos con respecto al control y producción de cultivos, bajo condiciones de un invernadero, tales como:

Factores externos

- La apariencia del invernadero debe ser agradable a la vista
- Que cumpla con los parámetros estructurales
- Que tenga un espacio eficiente para su uso

Factores internos

- Que mejore el proceso de producción agrícola
- Que permita controlar los procesos
- Que disminuya las pérdidas del producto
- Que mejore la calidad del producto
- Que reduzca los contratiempos de producción

Una de las actividades productivas identificadas en conjunto con el equipo de investigadores y los miembros de la comunidad, fue el cultivo y cosecha de la tilapia, debido a que la producción de este pez (*Oreochromis niloticus*) se ha convertido en una actividad de importancia económica para la población guatemalteca, y la diversificación de la dieta



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

alimenticia; además del desarrollo y la comercialización del producto, posee la capacidad de generar empleo en diversos sectores del país. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024)

Sin embargo, dicha actividad fue descartada debido a que la comunidad carece de abastecimiento permanente de agua.

2.1. Marco teórico

La literatura consultada, muestra los diferentes aspectos identificados en torno a la insatisfacción de las necesidades humanas, como si se tratara de un fenómeno constante en diversas partes del mundo, en donde la carencia del dinero priva a las personas de la satisfacción de tener calidad de vida individual y familiar, de una buena nutrición, educación de calidad, abastecimiento de agua, saneamiento, entre otros.

Para (Luna, 2013), “el hombre promedio ha de vivir del fruto de su trabajo”, es decir del ingreso obtenido a cambio de su mano de obra, y este deberá ser lo suficientemente aceptable para cubrir un poco más allá de lo que demandan sus necesidades, por su parte, Cevallos et al. (2019), menciona que, además, existe la asociación entre individuos a la que él llama “capital social” porque se basa en la confianza y la cooperación entre individuos; una situación similar se vive en la comunidad meta, en la que sus habitantes comparten en sociedad, la gestión de recursos y la participación en proyectos de beneficio común.

Un rol de las autoridades gubernamentales, basan su desempeño en la planeación, el diseño de iniciativas de políticas públicas para la creación y consecución de programas de lucha contra la pobreza rural, y lo hacen sobre la base de transferencias monetarias en vías de minimizar el impacto de la vulnerabilidad de los tejidos sociales especialmente del área rural, según Espín Maldonado et al. (2017), “estas ayudas harán que las personas puedan cubrir sus necesidades básicas”.

Consecuentemente, el proyecto demostró una contribución al cumplimiento de los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus respectivas metas e indicadores: ODS 1 (Fin de la pobreza) metas 1.4 y 1.5, Indicadores 1.4.2 y 1.5.3; ODS 2 (Hambre cero) metas 2.3, 2.4, 2.c,



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Indicadores 2.3.1, 2.3.2, 2.4.1 y 2.c.1; ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) meta 6.3, Indicador 6.3.1; ODS 12 (Producción y consumo responsables) metas 12.2 y 12.3, Indicadores 12.2.1 y 12.3.1

Aunque cabe mencionar que no todos los programas de gobierno apuntan en la dirección de reducir la pobreza focalizada en áreas rurales, pues, otros programas se enfocarán en áreas como la salud, la educación, la infraestructura de vías de acceso y otros.

Aun así, la literatura citada muestra que en otras esferas en que se promueve el desarrollo de las comunidades, a través de facilitar los medios para el emprendimiento como en la agricultura, la cual se identifica como la principal fuente de ingresos de las familias rurales, considerando que esta práctica ayudará a la reducción de la pobreza en comunidades rurales, existe un programa denominado La Economía Social y Solidaria (ESS) el cual es un modelo diseñado para la implementación de programas de emprendimiento en América Latina, lo cual impacta directamente en la economía rural y el desarrollo territorial sustentable. Battisti Telles et al. (2020)

Al hacer un acercamiento y observar el modelo de la ESS, puede notarse que se trata de un movimiento democrático, incluyente, de igualdad de personas, que establece la bases para una economía social sostenible, sobre la base de principios y valores conjugados en el bienestar de las comunidades. González Martell et al. (2019)

La problemática que atraviesa Nuevo San Martín, es el común denominador de la mayoría de comunidades rurales y urbanas en el territorio guatemalteco, en donde predominan elementos como la falta de empleo, escases de alimentos, altos niveles de hambre y pobreza, cuyas causas dependen de factores como salarios bajos, formulación de políticas públicas no incluyentes y la insostenibilidad para satisfacer las necesidades reales de la familia; según Luna (2013), “la pobreza estriba entre las privaciones de condiciones materiales de reproducción de bienes y servicios y la de desarrollar plenamente el potencial humano”.

2.1.1. Método científico

La Estructura de las Revoluciones Científicas de Thomas S. Kuhn, Fondo de Cultura Económica. Octava reimpresión: (FCE, Argentina), 2004.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Según Kuhn, 2004, “la observación y la experiencia pueden y deben limitar drásticamente la gama de las creencias científicas admisibles o, de lo contrario, no habría ciencia”. P.25

En la investigación desarrollada, se observó las condiciones naturales existentes, ubicación de terreno sin uso, ausencia de asesoría técnica y apoyo, las nuevas creencias sobre cultivo de plantas medicinales, tomate, chile pimiento y chile jalapeño, fueron generadas por ellos mismos, para convertirse en actividad productiva, el efecto de esta iniciativa, abrió el espacio a la identificación de un invernadero experimental para promover el inicio de la investigación, se capacita e involucra a los miembros de la comunidad en la realización del trabajo de campo, se desarrolla confianza para ser complementarios para formar un equipo de trabajo.

Los hechos y las teorías científicas, dice Kuhn, 2004, no son categóricamente separadas, agrega que, excepto quizá dentro de una tradición única de una práctica científica normal. Añade, que el descubrimiento inesperado no es simplemente real en su importancia y, por eso, el mundo científico es transformado desde el punto de vista cualitativo y enriquecido cuantitativamente por las novedades fundamentales aportadas por hecho o teoría. P.29-30

Kuhn asegura que, Los hombres cuya investigación se basa en paradigmas compartidos están sujetos a las mismas reglas y normas para la práctica científica. P.34

En la investigación desarrollada, se decidió construir un invernadero experimental para el cultivo y cosecha de tomate; para la comunidad no es nada nuevo el oficio de cultivar alimentos, pues es una práctica ancestral que se hereda de generación en generación, sin embargo, existen factores que desfavorecen el impulso por mejorar las condiciones de vida, las cuales tienen su origen en la falta de recursos, no solo para dar inicio a una actividad productiva, sino al soporte en el tiempo que esta actividad demandará, la cual lo constituye, además del conocimiento ancestral, las técnicas de mantenimiento y cuidado de forma permanente de un sistema de cultivo y cosecha bajo condiciones de un invernadero convencional.

Kuhn dice que, una de las cosas que adquiere una comunidad científica con un paradigma, es un criterio para seleccionar problemas que, mientras se dé por sentado el paradigma, puede



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

suponerse que tienen soluciones. Hasta un punto muy elevado, esos son los únicos problemas que la comunidad admitirá como científicos o que animará a sus miembros a tratar de resolver. p.71

En la investigación desarrollada, se identificó que, una necesidad insatisfecha es la seguridad alimentaria, vista desde la falta de recursos para abastecerse de alimentos y la falta de acceso a la información sobre el establecimiento de una actividad productiva, que provea lo necesario para el auto consumo en la comunidad.

Sin embargo, se ha visto que, una de las cosas que adquiere una comunidad científica con un paradigma, es un criterio para seleccionar problemas, dicha práctica, ha quedado demostrada con la ejecución de la investigación, al hacer énfasis en los problemas y necesidades prioritarias de la comunidad meta, porque, de acuerdo a la observación, existen factores adversos sin resolver en la comunidad.

Como se ha podido observar en la bibliografía consultada, y comparada con la información obtenida en el campo, se puede mencionar que, ninguna teoría ha podido resolver nunca todos los problemas a los que una investigación plantea resolver.

3. Planteamiento del problema

Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, es una comunidad rural, fundada hace un poco más de una década, no cuenta con la ayuda institucional que facilite las condiciones para la generación de fuentes de empleo a nivel local, pues, la comunidad meta, ha experimentado un crecimiento poblacional, así mismo, persisten las condiciones adversas de falta de empleos y alimentos, mismos que son escasos en el área.

Durante el desarrollo de la investigación, se ha observado que, la comunidad meta, ha practicado con éxito el agenciarse de recursos económicos por medio de actividades informales fuera de la localidad, con la prestación de su mano de obra en la agricultura, limpieza de fincas cafetaleras y en el corte de café, carga y descarga de camiones en fincas y en los mercados cantonales, sin embargo, dicho esfuerzo no es suficiente para satisfacer la necesidad alimentaria de los miembros de la comunidad.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La actividad productiva identificada, consistente en el cultivo y cosecha de tomate en invernadero, es una iniciativa que generó alimento para la comunidad, sin embargo, se requiere de más alimentos, para ello se requerirá contar con conocimientos de la cadena alimentaria, y la comunidad no posee los recursos para acceder a dicho conocimiento técnico.

La comunidad Nuevo San Martín, fue beneficiada con una investigación, consistente en el establecimiento de una actividad productiva que cultiva tomate en un invernadero experimental, cuyos resultados han demostrado ser satisfactorios, al respecto, la comunidad adquirió conocimientos del proceso necesario sobre cultivo, cosecha, transformación y comercialización de dicho producto. La experiencia adquirida demostró la necesidad de seguir capacitándose de forma continua.

Visto el problema desde otra perspectiva, si bien los resultados del funcionamiento del invernadero experimental ha demostrado ser capaz de producir alimento, este no podría alcanzar a cubrir la demanda de auto consumo para la comunidad y comercialización, pues dicho invernadero fue diseñado y construido para el ensayo del cultivo de tomate, por tanto, para desarrollar una actividad productiva a una escala superior, la comunidad meta necesita contar con dos o más invernaderos, cuyas dimensiones son: 10m de ancho, por 15m de largo, por 4m de alto cada uno, así mismo, necesitará contar con recursos para la inversión inicial de construcción del invernadero y el equipo para la transformación de alimentos, consistente en una deshidratadora de alimentos, una empacadora y un equipo desinfectante; de esta manera, se podrá poner en práctica las lecciones aprendidas que ha dejado la intervención en el ejercicio de la siembra, mantenimiento y cultivo de tomate en un invernadero.

Otra arista del problema, lo constituye el abastecimiento de agua de forma continua, para el riego de las hortalizas bajo condiciones de un invernadero y uso domiciliar, y, aunque actualmente se cuenta con un tanque de distribución que, en época de invierno tiene periodos de rebalse, en verano la situación es diferente, debido a que el vital líquido se obtiene de una toma de su propiedad que depende del agua de lluvia y no del suministro municipal.

4.1 Causas y efectos del problema

Causas:



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- La comunidad meta, por sí misma, no está en capacidad de desarrollar una actividad productiva derivado de sus limitaciones económicas y técnicas para su implementación
- La comunidad ha priorizado atender las demandas sobre la reparación de sus viviendas, el abastecimiento continuo de agua para sus necesidades básicas y la disponibilidad de vías de acceso en buenas condiciones
- Los jefes de hogar realizan, constantemente, la búsqueda del sustento diario de sus hogares por medio del ofrecimiento de su mano de obra en tareas informales

Efectos:

- Las necesidades básicas de la comunidad, no son atendidas favorablemente, porque no poseen una fuente laboral o productiva que les provea la auto sostenibilidad, de manera continua.
- El COCODE de la comunidad, sólo alcanza gestionar recursos para satisfacer algunas de sus necesidades.

Considerando lo antes mencionado, es importante reflexionar en la siguiente pregunta ¿Es posible la generación de empleo local para contribuir en la satisfacción de la necesidad alimentaria del 25% de los habitantes de la comunidad, mediante la actividad de cultivos de hortalizas bajo condiciones de invernaderos?

4. Objetivos

4.1. General

Evaluar actividades productivas con participación comunitaria en Nuevo San Martín, Quetzaltenango y experimentar la de mayor sostenibilidad.

4.2. Específicos

1. Identificar, analizar y evaluar, con participación comunitaria, las posibles actividades productivas a nivel local.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

2. Determinar la situación actual de Nuevo San Martín con participación comunitaria para establecer sus capacidades en torno a la generación de trabajos comunitarios.
3. Evaluar los principales impactos ambientales, de actividades productivas en Nuevo San Martín.
4. Construir y evaluar, mediante la experimentación, las características de una actividad productiva.

5. Hipótesis (no aplica)

6. Método

6.1. Tipo de investigación.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Manual de Frascati, la presente investigación se clasifica como investigación mixta, lo cual se debe a la integración de métodos cuantitativos para analizar datos numéricos, junto con técnicas cualitativas que permiten comprender las percepciones de los datos, los cuales fueron obtenidos a través de indicadores específicos en relación a los ODS, su medición numérica se realiza mediante entrevistas y formularios. Los datos son analizados con criterios e instrumentos estadísticos. Se ordenan en tablas y visualizan en gráficas. Los datos se orientan hacia el cumplimiento de los ODS relacionados.

Los datos cualitativos fueron recopilados de los miembros de la comunidad, quienes aportaron sus conocimientos y experiencias locales en la dinámica de su labor diaria. Las actividades productivas que han desarrollado en la localidad formaron una línea base para la investigación. La participación comunitaria organizada fue un factor de validación del proyecto.

6.2. Enfoque y alcance de la investigación.

El enfoque de la investigación es mixto. La información recopilada fue analizada y sintetizada. Se integran y se discuten los datos cuantitativos y cualitativos recolectados, para



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

generar nuevos conocimientos sobre un modelo de desarrollo sostenible en actividades productivas.

En el segundo semestre del 2020, fue suscrita una Carta de Colaboración entre profesores del Centro de Investigaciones de Ingeniería y de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo de la comunidad Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango; la presente propuesta es un resultado que surgió como una de las necesidades prioritarias de la comunidad en mención.

6.3. Diseño de la investigación.

Se hicieron mediciones del caudal del agua en la toma de agua, en el tanque de distribución y en un grifo de una vivienda.

Se diseñaron y utilizaron instrumentos de recolección de información con los usuarios de los mercados de San Martí, Sacatepéquez y Colomba Costa Cuca, y en con los miembros de la comunidad meta.

Se realizaron mediciones periódicas del crecimiento de las plantas de tomate en el invernadero experimental y el área del laboratorio en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Se obtuvo una cosecha de tomate extraída del invernadero experimental, la cual se muestra a continuación.

Tabla 1.

Cantidad de tomate cosechado

NO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD/LIBRAS	FECHA
1	Primer corte de tomate	02	06/12/2024
2	Segundo corte de tomate	13	12/12/2024
3	Tercer corte de tomate	34	26/12/2024
4	Cuarto corte de tomate	23	04/01/2025

Nota. Cultivo y cosecha de tomate en el invernadero experimental de Nuevo San Martín. Elaborado por Noe García, realizado en Word.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.4. Población, muestra y muestreo.

En total fueron 80 las personas consultadas, dicho número no es representativo de poblaciones, por lo que no se utilizó ningún tipo de muestreo de tipo probabilístico. Desde un principio, se consideró trabajar con el total de los habitantes adultos de la Comunidad Nuevo San Martín, sin embargo, fue necesario incrementar el número de personas consultadas, debido a la cantidad reducida de la población adulta de la comunidad meta, por lo que, se decidió que se consultaría al número indicado de personas, dicha cantidad fue conformada por los vecinos de la comunidad y los usuarios de los dos mercados cantonales mencionados

6.5. Técnicas

Se diseñaron dos instrumentos de consulta con 12 interrogantes cada uno, para conocer la intensidad de compra y de consumo de los miembros de la comunidad y de los usuarios de los mercados cantonales de San Martín, Sacatepéquez y Colimba Costa Cuca, ambos del departamento de Quetzaltenango. Para el desarrollo de dicha actividad, se abordó, primeramente, a los miembros de la comunidad durante las visitas de campo, luego, se entrevistó a los usuarios de los mercados mencionados, a quienes se les solicitó su colaboración para responder al cuestionario.

La información obtenida a través de los instrumentos, fue analizada en conjunto con el equipo de investigadores y los comunitarios, lo cual aportó los datos necesarios para la selección del tomate y su cultivo, como la actividad productiva a desarrollar.

Se analizaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, Agenda 2030, su pertinencia y metas establecidas dentro del contexto del problema a resolver, se estimuló la participación comunitaria y se hizo énfasis en documentos de soporte relacionados con el tema y relatos de los pobladores del municipio.

El cumplimiento de los ODS a través del aporte de nuevos conocimientos, como resultado del proyecto, fue de impacto a nivel nacional e internacional. En la transferencia de



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

tecnología se diseñó el contenido de aspectos en educación ambiental, incluyendo el contexto cultural, y económico, a nivel local y regional.

La transferencia de tecnología, se conceptualizó como la transmisión y aplicación de conocimientos adquiridos en investigaciones anteriores, tales como el control de calidad.

La transferencia de tecnología, se desarrolló en diferentes componentes, tales como: la selección de la madera de la especie Pucté para la construcción del invernadero, fue el resultado de investigaciones realizadas anteriormente sobre dicha madera, en las concesiones forestales de El Petén; en los criterios de diseño del invernadero en relación a la forma, dimensiones, materiales y sistema constructivo; en los diagramas de procesos y procedimientos sobre la potabilización del agua, la planificación, ejecución de la construcción del invernadero y otros procesos.

6.6. Resumen de las variables o unidades de análisis

Tabla 2.

Objetivos, variables, instrumentos y unidad de medida o cualificación utilizada en la investigación.

Objetivo específico	Variable	Instrumentos	Unidad de medida o cualificación
1. Identificar, analizar y evaluar, con participación comunitaria, las posibles actividades productivas a nivel local.	Oferta y demanda	Entrevistas	Producto de la canasta básica
2. Determinar la situación actual de Nuevo San Martín con participación comunitaria para establecer sus capacidades en torno a la	Capacidad instalada.	Registro de datos	Miembros de la comunidad, servicios e instalaciones



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

generación de trabajos			
3. Evaluar los principales impactos ambientales, de actividades productivas en Nuevo San Martín	Transformación del suelo	Formularios	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
4. Construir y evaluar, mediante la experimentación, las características de una actividad productiva	Invernadero	Análisis de datos	Miembros de la comunidad

6.7. Procesamiento y análisis de la información.

Análisis de datos descriptivos. Análisis de datos exploratorios. Análisis de datos predictivos. Análisis de datos de diagnóstico.

Este tipo de investigación se efectuó cuando se deseaba describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Mediante este tipo de investigación, que utilizó el método científico, se logró caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, se identificaron sus características y propiedades. La información recolectada se analizó, los datos fueron ordenados en tablas y se diseñaron las gráficas correspondientes.

La información fue transmitida a los miembros de la comunidad, la cual, fue de fácil entendimiento, adaptada a las condiciones de comprensión de los hombres, mujeres y jóvenes.

Se usaron tablas, graficas, videos y fotos en la transferencia de tecnología.

Se realizó un análisis FODA del proyecto.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.8. Línea basal

En este proyecto, se analizó una serie de posibles actividades productivas, que la comunidad Nuevo San Martín, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, podría estar en condiciones de llevar a cabo, de acuerdo a sus capacidades.

La investigación tuvo su origen a partir del establecimiento de una línea base de la comunidad, realizada por el equipo de investigación en el año 2021, titulada: “Determinación del estado actual de la comunidad Nuevo San Martín, Quetzaltenango, Guatemala, en época de la pandemia COVID-19, como premisa para el abordaje de un modelo de desarrollo sostenible”. La línea basal puso de manifiesto que el problema fundamental es la escasez de fuentes formales de empleo para sus habitantes que, como consecuencia, ha derivado en la falta de recursos económicos para satisfacer sus necesidades prioritarias (Quiñónez et al, 2021).

Es importante hacer énfasis que, como parte de la problemática que viven los habitantes de la comunidad, una buena parte de su tiempo lo emplean para realizar tareas prioritarias como la reparación de las viviendas, las vías de acceso y el abastecimiento de agua, especialmente por las inclemencias del invierno. Además, los miembros adultos de la comunidad, se dan a la tarea diaria de búsqueda de empleo y lo hacen ofreciendo sus servicios de mano de obra no calificada para el sostenimiento de sus familias.

6.8.1. Organización de actividades

La metodología empleada en esta investigación, contempló la participación comunitaria desde sus inicios, considerando a futuro la infraestructura de un modelo de desarrollo comunitario y sostenible. El proceso partió de la puesta en marcha de un cronograma de actividades que incluyó visitas técnicas frecuentes a la zona, en particular Nuevo San Martín, para la realización de reuniones con el COCODE (liderado por mujeres) y con los habitantes de la comunidad; recorridos de reconocimiento de las áreas e instalaciones con que cuenta la



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

comunidad meta, así como la identificación de los servicios, suministros, infraestructura y vías de acceso.

La metodología diseñada y empleada en la investigación abarca las siguientes etapas:

- Visitas técnicas y reuniones con los miembros de la comunidad
- Diseño de un instrumento para la recolección de la información entre los miembros de la comunidad y usuarios de los mercados, con base en los indicadores identificados
- Obtención de la información por medio del instrumento diseñado
- Análisis de la información obtenida en el instrumento
- Visitas de campo a la comunidad y los mercados cantonales
- Organización y análisis de la información obtenida

Hubo, también, un componente permanente de gestión y ejecución para la obtención de vehículos de transporte y nombramientos de los investigadores, ante las autoridades universitarias, desde las Secciones de Ecomateriales y Tecnología de Materiales, del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

6.8.2. Participación comunitaria

La investigación tuvo el acompañamiento, en todo momento, de los habitantes de la comunidad meta, en especial de los miembros del COCODE, cuya participación e involucramiento, fueron factores clave para las decisiones y el logro en el alcance de los objetivos planteados, pues, desde un principio, se pudo observar su compromiso y entusiasmo para que el proyecto proporcionara la opción productiva que mejor se adapte a su realidad; su participación activa, pone de manifiesto el cumplimiento del aspecto de educación cultural, ambiental y social, al involucrar a todos sus miembros en la búsqueda, decisión y solución de las necesidades insatisfechas en Nuevo San Martín.

En la siguiente figura se muestra una primera reunión sobre el proyecto de Investigación con los comunitarios de Nuevo San Martín.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 5.

Reunión con el COCODE de la comunidad Nuevo San Martín



Créditos: Noé García

Inicialmente, el equipo de investigación recopiló información a partir de las primeras visitas técnicas a Nuevo San Martín, se llevaron a cabo dos reuniones de trabajo, una con el señor Noé García, líder en la comunidad, a quien se le informó acerca de la dimensión y alcance del proyecto, así como solicitar su colaboración para responder a un cuestionario sobre aspectos propios de la comunidad.

Seguidamente, se llevó a cabo una segunda reunión con el COCODE de la comunidad, a quienes también se les socializó, con detalle, la naturaleza del proyecto y su ejecución. Con esta iniciativa, se abre el espacio para que, a través de la intervención que hace la Universidad de San Carlos, por medio del Programa de Extensión, se haga una contribución en el cumplimiento del ODS 1 “Fin de la pobreza”, meta 1.5.

6.8.3. Recorrido y reconocimiento de las áreas para la obtención de la información

Se hizo una planificación de actividades a realizar en conjunto (equipo de investigación y COCODE) durante la visita a la comunidad, las actividades contemplaron la inclusión de diversos factores, tales como los que se muestran en la tabla siguiente.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Tabla 3.

Áreas internas y externas a la Comunidad Nuevo San Martín

Lugar	Acciones realizadas
Nuevo San Martín	<ul style="list-style-type: none"> Recorrido en la comunidad y sus alrededores
Municipios de Colomba, Costa Cuca y San Martín Sacatepéquez	<ul style="list-style-type: none"> Recorrido por los mercados cantonales de Colomba, Costa Cuca, y San Martín (Chile Verde) Sacatepéquez
Aldea de San José del Más Allá	<ul style="list-style-type: none"> Visita a la toma de agua propiedad de la comunidad meta

Nota. Identificación y reconocimiento de áreas en Nuevo San Martín, sobre la base de una investigación directa. Elaborado por: Moisés Méndez, realizado con Word.

El objeto de las visitas y recorridos, fue para la obtención de la información de la comunidad, su situación actual respecto a su capacidad instalada; en los mercados cantonales de San Martín y Colomba, Costa Cuca, fue la identificación de los productos que se comercializan en cada lugar, tales como frutas, verduras y carnes, así como la medición de la distancia (Km) existente entre la comunidad meta y ambos mercados (del mercado de San Martín, Sacatepéquez a la comunidad, 12 km; del mercado de Colomba, Costa Cuca a la comunidad, 16 km) la visita a la toma de agua, propiedad de la comunidad, ubicada a 4 km de distancia, obedeció a la identificación del manantial, el flujo de agua y la disponibilidad del vital líquido como uno de sus suministros.

Con la información obtenida, se realizó una actividad con los habitantes de la comunidad, quienes participaron respondiendo un cuestionario sobre aspectos de la vida cotidiana en sus viviendas.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.8.4. Identificación de actividades productivas

La metodología para la identificación de las actividades productivas en Nuevo San Martín, fue de la siguiente manera: se realizó, con participación comunitaria (incluido el COCODE) en conjunto con el equipo de investigación, sesiones de trabajo para la definición de las siguientes actividades posibles, de las cuales, luego de examinarlas cuidadosamente, se definirían tres para ser evaluadas de forma exhaustiva, para finalmente elegir una de ellas. Las actividades productivas identificadas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.

Actividades productivas identificadas

Participantes	Actividades productivas
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de investigación • COCODE • Líderes de la comunidad 	1. Siembra y cosecha de verduras como la papa, maíz, ejote y chiles jalapeños
	2. Potabilización de agua para consumo humano
	3. Siembra y cosecha de flores de distintas clases
	4. Siembra y cosecha de tomate y chile pimiento, a través de un sistema de invernadero
	5. Crianza de peces de la especie tilapia

Nota. Identificación de actividades productivas con participación comunitaria, en conjunto con el equipo de investigadores. Elaborado por: Moisés Méndez, realizado con Word.

Siguiendo con la metodología, se depuró la lista de actividades, las cuales se redujeron de a cinco a tres (la número 2, la 4 y la 5, de la tabla No. 2) y, posteriormente se definió una de ellas, dicho proceso fue el resultado de sesiones de trabajo, en conjunto con el equipo de investigación y miembros de la comunidad, tomando como base las condiciones actuales de la comunidad meta, sus hábitos de consumo alimenticio, sus áreas y recursos con que cuenta,



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

la actividad productiva seleccionada, fue: el invernadero para siembra de cultivos de orden alimenticio, para lo cual, será el tomate la hortaliza que se producirá en el invernadero.

Luego de definida la actividad productiva, la investigación llevó a hacer una exploración acerca de algunas de las ventajas y desventajas de producir tomate bajo condiciones de un invernadero.

Cabe mencionar que, si bien existen desventajas para dicho proceso productivo, las ventajas advierten que, producir cultivos de tomate en invernaderos, es una decisión de mucho provecho, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.

Ventajas y desventajas de un invernadero con cultivos de tomate

	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las inclemencias climáticas externas - Se obtienen cosechas en diferentes épocas del año, con alto rendimiento para la comercialización - Ahorro en costos de producción y aumento de las ganancias para el productor - Adaptable a la oferta y demanda del mercado local, nacional e internacional - Ambiente protegido de los elementos, por consiguiente, producción sana
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - El crecimiento y madurez son uniformes - La apariencia del producto es excelente y atractiva, lo que estimula la adquisición y el consumo - Aumento considerable de la producción - En condiciones de intemperie, una planta produce entre 1.5 y 2 kg de tomate, bajo condiciones de invernadero, una planta puede llegar a producir de 5 a 10 kg de tomate

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

-
- El suelo del invernadero es estable, no sufre cambios ni consecuencias por efecto de las erosiones del agua de lluvia
-
- Si bien los costos de producción son bajos, la inversión inicial es alta
 - Se requiere de mantenimiento constante, por lo que se requerirá de mano de obra calificada
 - Para su producción se requiere contar con amplios conocimientos en el manejo del cultivo, condiciones climáticas en el interior del invernadero
- Desventajas**
- Monitoreo y evaluación permanente de las condiciones climáticas en función del control de plagas y enfermedades
-

Nota. Lista de ventajas y desventajas del proceso productivo de tomate a través de un invernadero. Elaborado por: Nelson Calán, realizado con Word.

La metodología empleada para la identificación y determinación de la actividad productiva, abre el espacio para contribuir al cumplimiento del ODS 2 “Hambre cero” y sus metas 2.3 y 2.4, el mencionado ODS, propone poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, (Naciones Unidas, s.f.). Esta iniciativa ha sido posible por la intervención que hace la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del Programa de Extensión.

En la siguiente figura se muestra una actividad de identificación de los hábitos de consumo alimenticio de los miembros de la comunidad.

Figura 6.

Reunión con los comunitarios de Nuevo San Martín



Créditos: Moisés Méndez.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Dicha decisión fue respaldada por información obtenida de la consulta realizada a los usuarios de los mercados cantonales y las visitas realizadas a la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos -UVIGER-, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tomando en consideración que, en la mencionada unidad, se realizan las prácticas de laboratorio de los estudiantes de la carrera de Agronomía, en invernaderos convencionales, tales como los que se muestran en las siguientes imágenes

La Figura 7 muestra el interior de un invernadero experimental en la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos -UVIGER-, Facultad de Agronomía, USAC.

Figura 7.

Invernadero experimental en la unidad de UVIGER



Créditos: Moisés Méndez.

La Figura 8 muestra una práctica de laboratorio en la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos -UVIGER-, Facultad de Agronomía, USAC.

Figura 8.

Producción de tomate en un invernadero



Créditos: Emely Camey

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la Figura 9 se conocieron otras plantas que son cultivadas bajo las condiciones de un invernadero.

Figura 9.

Otras plantaciones cultivadas dentro de un invernadero de UVIGER



Créditos: Moisés Méndez

La figura 10 muestra una estructura y diseño para un invernadero, las dimensiones observadas fueron de 10 m de ancho, por 30 m de largo, por 4 m de alto.

Figura 10.

Infraestructura de un invernadero convencional en UVIGER



Créditos: José Chiroy.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.9. Estudio de mercado

Se sabe que, de acuerdo a la literatura consultada, un estudio de mercado, es el producto del esfuerzo para obtener y analizar la información sobre las necesidades, deseos, gustos, recursos, actitudes y comportamiento del público alrededor de un producto, un bien o un servicio. (Méndez Garza, 2011)

Para esta investigación, el recorrido y reconocimiento de los dos mercados cantonales más cercanos a la comunidad meta, fue establecer la oferta, la demanda y el análisis, de los productos puesto a disposición de los usuarios, especialmente los relacionados con la canasta básica, es decir: frutas, verduras y carnes.

6.9.1. Obtención de la información

Las actividades productivas identificadas, fueron objeto de investigación a través de recopilación bibliográfica, entrevista con expertos de distintas Unidades Académicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y otros sectores.

Partiendo de este orden de ideas, se diseñó un instrumento con el cual se solicitaría la opinión de los miembros de la comunidad y, de la misma manera, a los usuarios de los mercados de los municipios de Colomba, Costa Cuca y San Martín, Sacatepéquez, con el objeto de conocer la intención de compra y consumo de alimentos ofertados y demandados.

En un principio, se consideró trabajar con el total de los habitantes adultos de la Comunidad Nuevo San Martín, sin embargo, fue necesario incrementar el número de personas consultadas, debido a la cantidad reducida de la población adulta de la comunidad meta, por lo que, se decidió que se consultaría a un total de 80 personas, dicha cantidad fue conformada por los vecinos de la comunidad y los usuarios de los dos mercados cantonales mencionados. La obtención de la información y recolección de los datos, se hizo de manera personal, es decir, se abordó a los usuarios con el propósito de entablar un diálogo acerca del contenido del instrumento, tal como se muestra en la siguiente imagen, donde se recopiló la información

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

con el instrumento diseñado para los visitantes del mercado de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, los visitantes muestran interés en responder el instrumento.

Figura 11.

Consulta a los usuarios del mercado de San Martín, Sacatepéquez, Quetzaltenango



Créditos Moisés Méndez

En la Figura 12 muestra la visita donde se aplicó el instrumento de recopilación de información a los visitantes del mercado de Colomba Costa Cuca, que se encuentra a 14 kilómetros de la Comunidad meta.

Figura 12.

Consulta en el mercado de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango

Figura 9. La consulta también se realizó en el mercado de Colomba, Costa Cuca. Fotografía de anónimo



Créditos: Anónimo



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.9.2. Naturaleza y contenido de instrumentos de consulta a consumidores

La metodología utilizada, fue el uso de los instrumentos para conocer la intención que tienen los usuarios sobre la compra y consumo de los productos, especialmente de la canasta básica, ofertados y demandados en los mercados cantonales, para el efecto, fueron instruidos algunos miembros de la comunidad respecto a la manera en que se debía abordar a los usuarios de los mercados, los instrumentos fueron diseñados de acuerdo a información básica y de dominio común entre las personas, considerando que, dicho contenido es amigable e impersonal, pues no se recolectó información personal que perjudicara y/o comprometiera al consultado.

El instrumento de consulta, contiene 12 preguntas sencillas y amigables, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Contenido del instrumento diseñado para los usuarios de los mercados de San Martín, Sacatepéquez y Colomba, Costa Cuca

No.	Pregunta	Respuesta
1	Su edad	La persona consultada elige su respuesta en el rango que oscila entre los 15 y los 35 años, o mas
2	En dónde vive	En esta pregunta se hizo referencia al lugar donde vive actualmente, se colocó, en el instrumento correspondiente, las localidades que pertenecen a cada uno de los dos municipios: San Martín, Sacatepéquez y, Colomba, Costa Cuca
3	Cuántos años tiene de residir en el lugar mencionado	El rango de respuestas va de un año o menos, hasta los 10 años, o más
4	Cuántas veces al mes va al mercado	El consultado puede elegir una de cuatro opciones que se le presentan



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

5	Qué medio de transporte utiliza para ir al mercado	Al consultado se le presentan cuatro medios de transporte a elegir
6	Qué tipo de carne es la que más consumen en su familia	Al consultado se le presentan cuatro opciones a elegir
7	¿En su hogar consumen verduras?	Al consultado se le dan dos opciones a elegir: SI y NO
8	Qué verduras consume con más frecuencia	Al consultado se le da a elegir una verdura, o más de una, de una lista (dicha lista de verduras la proporcionó la comunidad meta, durante las sesiones de trabajo realizadas, en consideración que son las que más se consumen, en promedio, en la región)
9	Qué frutas consume con más frecuencia	Al consultado se le da a elegir una fruta, o más de una, de una lista (dicha lista de frutas la proporcionó la comunidad meta, durante las sesiones de trabajo realizadas, en consideración que son las que más se consumen, en promedio, en la región)
10	¿Consumo agua purificada?	Al consultado se le a elegir dos respuestas, SI y NO
11	¿El agua purificada utilizada la compra o la purifica en su casa?	Al consultado se le dan dos opciones a elegir una de ellas
12	¿Cuántos garrafones consume a la semana?	Al consultado se le proporcionan cuatro opciones a elegir una de ellas

Nota. Las preguntas fueron realizadas sobre la base de una investigación directa. Elaborado por Moisés Méndez, realizado con Word.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

El número de personas consultadas representan una fracción de la población objeto de estudio, dado que no se buscó representar a ninguna cantidad de personas en particular, por lo tanto, no se utilizó ningún tipo de muestreo de tipo probabilístico.

6.10. Capacidad instalada de la Comunidad Nuevo San Martín

6.10.1. Identificación de áreas

Se estableció una metodología para la identificación y reconocimiento de las áreas de la comunidad, consistente en hacer un levantamiento sobre las instalaciones con que se cuenta actualmente, dichas instalaciones, son:

- Un complejo habitacional;
- Un terreno que, actualmente, el COCODE se encuentra gestionando ante la Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez, el cual les ha sido otorgado y pendiente de legalización como propiedad de la comunidad meta, posee un área efectiva de 4,060.36 m² destinado para usos múltiples;
- Una fuente de agua para uso doméstico, ubicada en un terreno propiedad de la comunidad, a cuatro kilómetros de distancia, lugar desde donde se traslada el agua por medio de tuberías de PVC;
- Un tanque de almacenamiento de agua;
- Una red de distribución de agua a las viviendas;
- Una escuela de educación primaria;
- Una casa de salud;
- Un salón comunal;
- Una planta de tratamiento de aguas residuales;
- Una red de suministro de energía eléctrica municipal y alumbrado público; y,
- Vías de acceso.

Los recursos en mención, han sido el resultado organizativo del COCODE (integrado en su mayoría por mujeres) quienes han desarrollado la capacidad de gestionar recursos tangibles e intangibles, para el mismo bienestar de sus habitantes.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.10.2. Localización del proyecto

El proyecto se desarrolló en dos áreas, la primera, la comunidad Nuevo San Martín, se encuentra ubicada, geográficamente, en las coordenadas 14°45'21.2" N 91°40'20.0" W, en el municipio de San Martín, Sacatepéquez, Quetzaltenango. La segunda, las instalaciones de las Secciones de Ecomateriales y Tecnología de Materiales, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, zona 12.

6.10.3. Instalaciones, obra física y servicios

Terreno: la comunidad cuenta con un terreno donde se construirá la infraestructura para la actividad productiva, cuyas dimensiones abarcan un área de alrededor de los 4,000 m², actualmente, en el terreno se encuentra el tanque de distribución de agua para la comunidad.

Servicio de agua: este insumo se obtiene de una fuente natural, la cual es conducida a través de tuberías de PVC hasta el tanque de almacenamiento, para luego ser distribuida a los hogares de la comunidad, el servicio de agua es propiedad privada de la comunidad Nuevo San Martín.

Servicio de energía eléctrica: este insumo se obtiene de la red de distribución municipal, por el cual cada usuario paga una tarifa mensual, para los inmuebles de uso comunitario, el pago por el servicio lo realiza el COCODE

Casa de salud: este inmueble fue creado para dar asistencia pre hospitalaria a los habitantes de la comunidad, en ocasiones es utilizado como área de usos múltiples

Salón comunal: este inmueble fue creado para la realización de sesiones administrativas y de gestión de la comunidad, también es empleado para realizar diversos trabajos que requieren mayor espacio para la manipulación de equipos y materiales de todo tipo y de diversos tamaños

Escuela de educación primaria: este inmueble es propiedad de la comunidad, se imparten clases para los estudiantes de educación primaria, también es utilizado para realizar actividades de gestión y ejecución de proyectos, actividades administrativas y festivas.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Vías de acceso: la comunidad cuenta con dos vías de acceso internas y una externa, la cual conecta con la carretera principal que vincula los municipios de San Martín, Sacatepéquez y Colimba, Costa Cuca.

6.10.4. Talento humano

La comunidad, como se ha hecho mención, ha desarrollado una habilidad en gestión de recursos, por lo que, para la puesta en marcha del proyecto, cuenta con el siguiente recurso humano.

Gestión y administración: el COCODE, es el órgano de liderazgo debidamente identificado en la comunidad, por lo que, es quien asigna las tareas y las personas para integrar las diferentes comisiones de trabajo, como, por ejemplo, la Comisión del Agua, la Comisión de Salud, la Comisión de Educación y las alcaldías auxiliares en donde funciona la Comisión de Vigilancia

Operación: población de la comunidad Nuevo San Martín, quienes son organizados por grupos y por días para desarrollar diversos trabajos físicos para el bienestar de la comunidad

6.10.5. Monitoreo y evaluación del agua en la comunidad

El agua, es considerada uno de los elementos primordiales para el desarrollo de la actividad productiva identificada, consistente en la siembra, cultivo y cosecha de alimentos a través del uso de un invernadero, por lo que, fue necesario identificar algunos aspectos, tales como: el caudal (en función de la cantidad con que se dispone) y la calidad.

Según información obtenida por los miembros de la Comisión de Agua de la comunidad meta, el suministro de agua es, en ocasiones irregular, debido a las interrupciones ocasionadas por daños en las tuberías de conducción por la caída de ramas, lo que ocasiona quebraduras en la estructura, otra razón del suministro irregular, se debe a la época de verano por la falta de lluvias.

La metodología para el monitoreo y evaluación de los mencionados aspectos, consistió en hacer una serie de visitas al nacimiento de agua, al tanque de distribución, a la red de

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

distribución de agua y a los grifos en las viviendas, tal como se muestra en las siguientes imágenes.

La Figura 13 muestra que, se realizó un recorrido con participación de personas que integran el COCODE, por toda la línea de conducción de agua desde el tanque de distribución ubicado en la comunidad hasta el nacimiento y consta de cuatro kilómetros de distancia, el equipo de investigación dio instrucciones como el mantenimiento de las válvulas de aire y de limpieza durante el recorrido.

Figura 13.

Expedición al nacimiento de agua que abastece a los comunitarios



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente Figura muestra el nacimiento de agua donde se realizaron recomendaciones sobre el mantenimiento del área.

Figura 14.

Reconocimiento de la situación del nacimiento de agua



Créditos: Moisés Méndez.

La figura 15 muestra la participación del jefe del Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria del CII, MSc. Ing. Zenón Much, quien evaluó preliminarmente la calidad del agua en el nacimiento.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 15.

Evaluación preliminar de la calidad del agua



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente figura muestra que, se realizó la medición mediante el método volumétrico en una vivienda para conocer el caudal de agua que llegaba en los grifos de las casas.

Figura 16.

Medición de cantidad de agua



Créditos: Nelson Calán

6.10.6. Evaluación de la calidad del agua

El jefe del Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria, luego de realizar una observación preliminar de la calidad del agua en la fuente, en el tanque de almacenamiento y en el grifo de una vivienda, sugirió que era necesario hacer una evaluación del vital líquido en el laboratorio, por lo que se definió la siguiente metodología:



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Primero: realizar Análisis Físico Químico Sanitario y Análisis Bacteriológicos, tres de cada uno

Segundo: obtener tres muestras de agua, una de la fuente, una del tanque de distribución y una del grifo domiciliar

Las muestras deberían ser entregadas de acuerdo a los procedimientos establecidos por el Laboratorio Dra. Alba Tabarini Molina, del Centro de Investigaciones de Ingeniería -CII-.

La metodología empleada para la evaluación de la calidad del agua, abre la puerta a la contribución que hace la Universidad de San Carlos de Guatemala, al cumplimiento del ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” y su meta 6.3, el mencionado ODS propone garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

6.11. Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental en Guatemala, se realiza a través de los instrumentos ambientales proporcionados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), dicha entidad gubernamental, es la que dictamina el impacto ocasionado al ambiente, clasifica la actividad económica y brinda los términos de referencia para la realización de un correcto estudio y evaluación del referido impacto.

6.11.1. Aspectos generales de la comunidad

Identificación del área de influencia

El área de influencia del proyecto, se ubica en la comunidad rural Nuevo San Martín, en el municipio de San Martín, Sacatepéquez, del departamento de Quetzaltenango. Cuenta con servicios básicos de agua potable (toma, conducción, tanque de almacenamiento y distribución interna a los inmuebles que posee), energía eléctrica, telefonía celular, transporte (vehículos de dos y cuatro ruedas), áreas de uso común como una casa de salud, un salón comunal, una escuela de educación primaria, vías de acceso internas y externas, y, un terreno de más de 4.000 m² para usos múltiples.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Servicios con los que cuenta la comunidad

Los siguientes son los servicios con los que cuenta la comunidad, los cuales podrán ser utilizados para el desarrollo de la actividad productiva seleccionada.

Energía eléctrica

La energía eléctrica en la actualidad, es provista por la empresa DEOCSA, abastece al complejo habitacional y a los inmuebles comunitarios.

Servicio telefónico

La comunidad cuenta con servicio telefónico celular, provisto por las diferentes empresas que prestan dicho servicio. En los alrededores de la zona se observan varias antenas de telecomunicaciones.

Abastecimiento de agua

El agua que consume la comunidad proviene de una toma de su propiedad, es conducida hasta un tanque de almacenamiento a través de tuberías de PVC. Del tanque de almacenamiento, es distribuida al complejo de inmuebles de la comunidad.

Transporte

El modo de transporte de los habitantes de la comunidad, es a pie a los diferentes destinos; quienes lo poseen, utilizan vehículos de dos y cuatro ruedas. El transporte es utilizado, mayormente, para tomar el servicio urbano y extraurbano de pasajeros que hace los recorridos por la carretera principal que conecta los municipios de San Martín, Sacatepéquez y Coloma, Costa Cuca.

Disposición final de residuos sólidos y líquidos

Los residuos sólidos (excretas) y líquidos (orinas), son manejados a través de sanitarios en los inmuebles de la comunidad y transportados por un sistema de drenaje hasta una planta de tratamiento de aguas residuales propiedad de la comunidad.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Cementerio

La comunidad meta y las de sus alrededores (14 comunidades), cuentan con un cementerio municipal regional ubicado en la comunidad Valle Verde, ubicado a 400 metros.

Identificación de los impactos al medio ambiente

Los principales impactos identificados al medio ambiente, son: el zanjeo, el movimiento de tierras, la construcción de la infraestructura del invernadero, lo que modificará el paisaje del lugar y la generación y manejo de los desechos sólidos de construcción.

El zanjeo

Como ya se ha mencionado, la actividad productiva será el cultivo y cosecha de tomate bajo condiciones de un invernadero, dicha infraestructura será construida en el terreno de usos múltiples de la comunidad, y, el proceso de zanjeo, genera una alteración en el suelo, especialmente por la formación de depósitos de agua que favorecerá la proliferación de vectores que afectarán la salud de los trabajadores de la obra física y de los habitantes de la comunidad. Al mismo tiempo, dicha actividad provocará un impacto al suelo, debido a que se alterará su condición original, porque dejará de ser área verde para convertirse en instalaciones para la producción de tomate.

La presencia de nuevas instalaciones en el lugar afectará el sentido cultural, debido a que el paisaje se verá alterado, pues se modifican las condiciones actuales del terreno, este impacto también es permanente.

Movimiento de tierra

La tierra resultante del zanjeo, será transportada hacia otro lugar autorizado para su depósito, lo que provocará un impacto temporal al ambiente, considerando que dicha tierra no retornará a su lugar de origen.

Construcción de las instalaciones



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La edificación del invernadero para la producción de tomate, alterará el paisaje en el terreno y en la comunidad, dicho impacto será irreversible y permanente.

Impactos socioeconómicos

Se han identificado dos impactos socioeconómicos para la comunidad y para sus alrededores:

- Actualmente, no existe en la región un sistema comunitario de producción de hortalizas bajo condiciones de invernaderos, lo cual favorecerá a las comunidades al no tener que dirigirse hacia los mercados para adquirir verduras de la canasta básica (tomate).
- Para los habitantes de la comunidad Nuevo San Martín, dicho proyecto proveerá fuentes de trabajo.

6.11.2. Evaluación de impacto ambiental de la actividad productiva

Se realizó una exploración acerca de los procesos y procedimientos legales, para estimar el impacto ambiental que representa la construcción y puesta en funcionamiento de un invernadero para el cultivo y cosecha de tomate, en una comunidad del departamento de Quetzaltenango.

De acuerdo a la información obtenida, un estudio de impacto ambiental, se realiza con el fin de determinar la incidencia de los proyectos sobre el medio ambiente, también para identificar las medidas de prevención y/o mitigación de los daños.

Normativa guatemalteca

En Guatemala, el abordaje del impacto ambiental, se realiza a través de instrumentos proporcionados y validados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, esta entidad gubernamental, es la rectora, que dictamina el impacto ocasionado al ambiente, clasifica la actividad económica y brinda los términos de referencia para la realización de un correcto estudio y evaluación del referido impacto.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Metodología

El proceso consiste en identificar y predecir, con el nivel de detalle y análisis posible, los efectos sobre el medio ambiente que ejercerá un proyecto.

Procedimiento para la solicitud de una evaluación inicial

El procedimiento inicia con una solicitud para realizar una evaluación primaria, para lo cual, es necesario descargar de la página del MARN <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/15538.pdf>, el Acuerdo Ministerial vigente 264-2019, de fecha 11 de octubre de 2019, en el cual se establece, por medio del Artículo 1, que literalmente dice: “Se emite el Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades, con la finalidad de crear la base técnico-descriptiva para categorizar los instrumentos ambientales predictivos y/o correctivos, los cuales se detallan a continuación”. Este artículo se refiere al instrumento Listado Taxativo, es cual se muestra en la sección de anexos.

Del listado taxativo

De acuerdo a la información obtenida, en el mencionado listado, se debe ubicar la actividad económica a la que pertenece el proyecto, es decir, la producción de hortalizas bajo condiciones de un invernadero, según la descripción en el listado taxativo, se debe definir si la actividad económica cumple o no con el proyecto, si la dicha actividad no se encuentra en el listado taxativo (como sucede en algunos casos) se debe iniciar el trámite de solicitud de categorización y/o términos de referencia pertinentes, para dicho trámite, se debe proporcionar la información relativa al proyecto, esta clasificación la establece la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales -DIGARN-, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, o las delegaciones departamentales, según su jurisdicción, cuando corresponde, esta categorización se fundamenta en criterios técnicos.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Matriz de interacciones de Leopold

De acuerdo a la bibliografía consultada, Según Leopold et al. (1971) “la matriz de Leopold es una manera simple de resumir y jerarquizar los impactos ambientales, así como concentrar el esfuerzo en aquellos que se consideren mayores”. La ventaja de la matriz es su recordatorio de toda la gama de acciones, factores, e impactos.

La literatura consultada establece que, en la medida de lo posible, la asignación de magnitud debe basarse en información de hecho. Sin embargo, la asignación de importancia puede dejar cierto margen para la opinión subjetiva del evaluador. Esta separación explícita de hecho y opinión es una ventaja de la matriz de Leopold.

Tabla 7.

Estudio de impacto ambiental: categorías y aspectos a evaluar

Categorías	Aspectos a evaluar
Ecología	<u>Abióticos:</u> Aire Este componente no se verá afectado; agua <u>Bióticos:</u> Flora y fauna Especies y poblaciones Hábitat y comunidades Ecosistemas
Contaminación	Suelo, aire, agua, atmósfera y ruido
Aspectos Estéticos	Suelo, aire, agua, biota y composición
Aspectos de interés humanos	Valores educacionales y científicos Valores históricos Culturales Sensación Estilos de vida

Nota. Consideración a lo que establece el instrumento de la Matriz de Interacciones de Leopold. Elaborado por: Nelson Calán, realizado en Word.

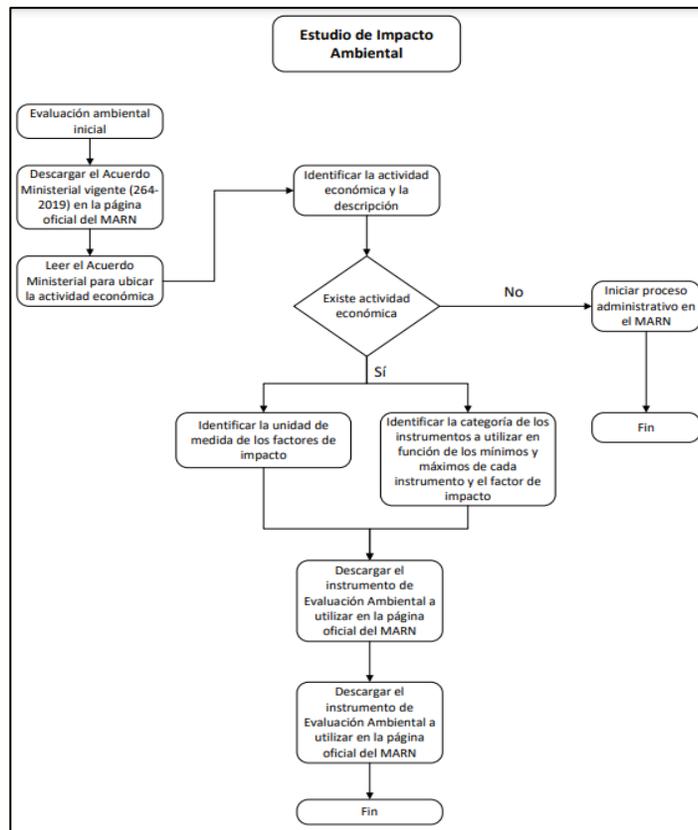
Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Procedimiento del estudio de impacto ambiental

A continuación, se muestra gráficamente, el procedimiento para proceder al estudio de impacto ambiental de una actividad productiva.

Figura 17.

Diagrama de flujo del estudio de impacto ambiental



Nota. Flujograma que muestra el procedimiento del estudio de impacto ambiental de una actividad productiva. Elaborado por: Nelson Calán, realizado con Visio.

6.12. Proceso de construcción de un sistema de experimentación para la actividad productiva: cultivo y cosecha de tomate bajo condiciones de un invernadero

El proceso de construcción y evaluación del sistema experimental de la actividad productiva definida, se compone de varios factores, dando inicio en el Centro de Investigaciones de



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Ingeniería y culminando en la comunidad Nuevo San Martín. A continuación, se muestra la narrativa acerca del proceso y procedimientos del sistema experimental.

El sistema constructivo de un invernadero experimental, el cual fue instalado en la comunidad Nuevo San Martín, dio inicio en el área de Carpintería de la Sección de Tecnología de Materiales, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, con la selección, evaluación y preparación de madera de la especie Pucté, cuyas características se muestran a continuación.

6.12.1. Materiales, equipo e instalaciones

6.12.1.1. Materiales

- Madera para estructura de invernadero experimental de la especie **PUCTÉ** (*Bucida buceras L*) Según DATAFORG (V.3), es una especie nativa de la familia Combretaceae, alcanza de 30 a 40 metros de altura y diámetro de 1.5 metros a la altura del pecho. El fuste es recto, cilíndrico, sin contrafuertes y ramificación simoidal. Se distribuye desde el Sur de Florida, México hasta Panamá y las Guayanas. “En Guatemala, se encuentra en Petén, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Se usa en construcción, carpintería en general, pisos, puentes, postes del alumbrado público y otros”. (Méndez Garza, 2011)
- Tornillos de acero de diferentes dimensiones
- Tela antiofídica para invernaderos color blanco
- Plástico invernadero, 5m x 50m, 1x 6 milésimas. Aditivo anti polvo, UV

6.12.1.2. Equipo

- Monta cargas para traslado de materiales de bodega hacia el área de carpintería
- Cepillo para madera
- Canteadora
- Cierra circular extensible
- Cierra de banco

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Barrenos, brocas y cinta métrica

6.12.1.3. Instalaciones

- Bodega de materiales (madera)
- Carpintería
- Área de diseño y ensamble
- Bodega de madera dimensionada

En la siguiente secuencia fotográfica, se muestra la metodología empleada para la preparación de la madera en la carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se realizó la clasificación y transporte de madera de la bodega de materiales a la carpintería, diseño de las partes del invernadero de carácter experimental y revisión de especificaciones técnicas para la estructura, cepillado de madera para corrección de medidas y se verificó las medidas del diseño de las columnas y tijeras del invernadero de carácter experimental en la Sección de Tecnología de Materiales del CII.

Figura 18.

Selección y transporte de madera



Créditos: José Chiroy.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 19.

Revisión de especificaciones técnicas



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 20.

Revisión de medidas de la madera



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 21.

Proceso de transformación de la madera



Créditos: Moisés Méndez.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 22.

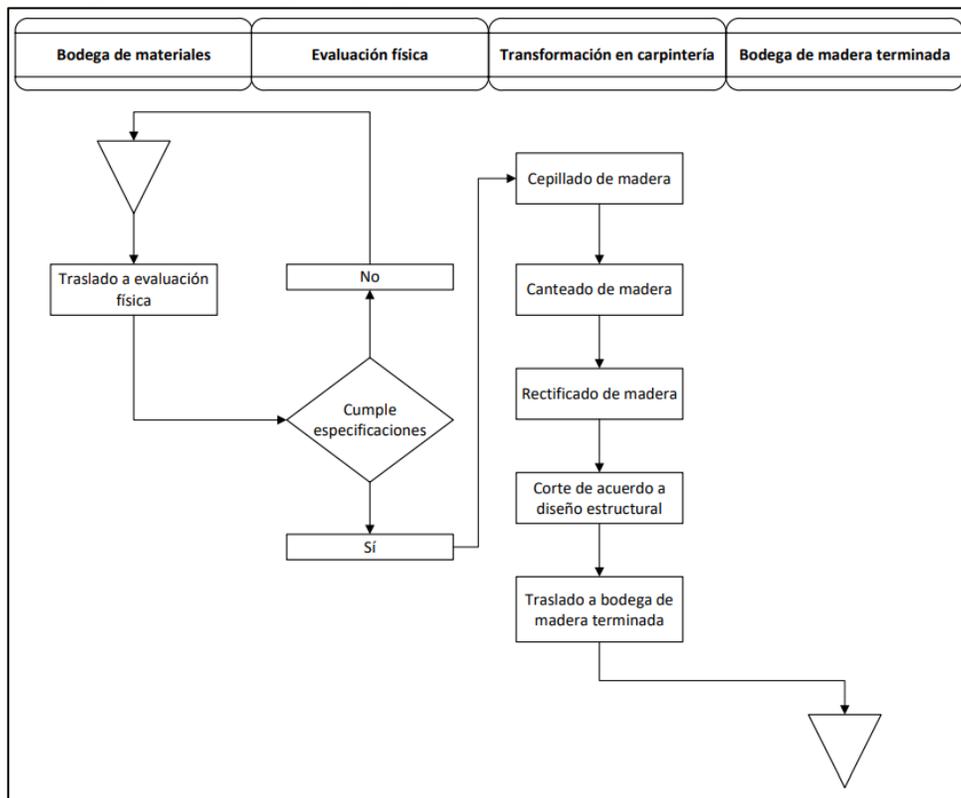
Verificación de medidas de la madera que formara la estructura del invernadero



Créditos: Nelson Calán.

Figura 23.

Diagrama del procedimiento para preparación de madera en el CII



Nota. Este flujograma muestra el procedimiento realizado con la madera que se utilizó para la construcción del invernadero experimental en la comunidad meta, trabajos realizados en

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Elaborado por: Moisés Méndez, realizado con Visio.

En la siguiente secuencia fotográfica, se muestra la metodología empleada para el traslado de la madera, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, hacia la comunidad Nuevo San Martín, seguidamente se aplicó un curador de madera para su protección y se realizó un marcaje para identificar cada pieza para su posterior ensamble.

Figura 24.

Carga y traslado de la madera



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 25.

Participación comunitaria en el traslado de la madera



Créditos: Moisés Méndez.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 26.

Curado de madera



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 27.

Medición y marcaje para ensambles de la estructura del invernadero experimental



Créditos: Moisés Méndez.

6.12.2. Proceso constructivo de invernadero experimental.

6.12.2.1. Preparación de la madera

Los materiales a utilizar, consistente en la madera para el invernadero, luego de ser transformada en las dimensiones en la carpintería y, siguiendo el diseño estructural, fue preparada y enviada a la comunidad Nuevo San Martín. A continuación, se muestra el detalle del material en la siguiente tabla.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Tabla 8.

Cantidad, dimensión, y especificaciones de la madera para la construcción del invernadero experimental

Cantidad (unidades)	Medidas (m)	Descripción
24	0.13*.0254*2.50	Pilares laterales
12	0.10*.0254*2.00	Soleras laterales
9	0.10*.0254*1.45	Soleras frontales
4	0.10*.0254*1.84	Cargadores de techo
4	0.10*.0254*1.80	Cargadores de techo
36	0.05*0.0254*1.80	Largueros de techo
6	0.13*0.0254*2.90	Pilares frontales
2	0.13*0.0254*3.00	Cuerdas inferiores
2	0.13*0.0254*0.60	Pendolones
1	0.13*0.0254*2.50	Dintel para puerta
8	0.13*0.0254*2.50	Soportes laterales
4	0.08*0.0254*2.50	Para marco de puerta

Nota. Con el diseño realizado y teniendo en cuenta la madera asequible almacenada se realizó una clasificación de piezas. Créditos: José Choroy.

6.12.2.2. Preparación del área para la construcción del invernadero con participación comunitaria

Las actividades realizadas para la preparación del área, con participación comunitaria, se describen de la siguiente manera:

- Identificación del terreno, en concordancia a las dimensiones del invernadero experimental, 3 metros de ancho, por 6 metros de largo, por 3 metros de altura
- Terraplén del terreno: movimiento de tierra con participación comunitaria
- Trazo del área de construcción de acuerdo a las dimensiones del invernadero



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.12.2.3. Construcción de solera de humedad con participación comunitaria

Luego de la selección, preparación y trazado del área determinada para la edificación del invernadero de carácter experimental, se construyó la base para su construcción, lo cual se describe de la siguiente manera:

- Traslado de materiales de construcción: se utilizó blocks de concreto, cemento, arena, piedrín y agua
- Preparación de dosificación del mortero y concreto para el levantado y fundición de esquineros: actividad realizada por los habitantes constructores de la comunidad

6.12.2.4. Recepción de la madera en la comunidad

La madera para la construcción del invernadero de carácter experimental, fue enviada del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacia la comunidad Nuevo San Martín.

Fabricación de las partes estructurales del invernadero experimental, con participación comunitaria

El proceso para la fabricación de las partes del invernadero, se desarrolló de la siguiente manera:

- Traslado de madera al salón comunitario
- Curación de la madera
- Corte de la madera
- Elaboración de 8 columnas, 4 tijeras y la puerta

6.12.2.5. Construcción del invernadero experimental, con participación comunitaria, en conjunto con el equipo de investigación.

La construcción del invernadero con carácter experimental, se construyó de acuerdo a las especificaciones del diseño experimental, dicho proceso se desarrolló de la siguiente manera:



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

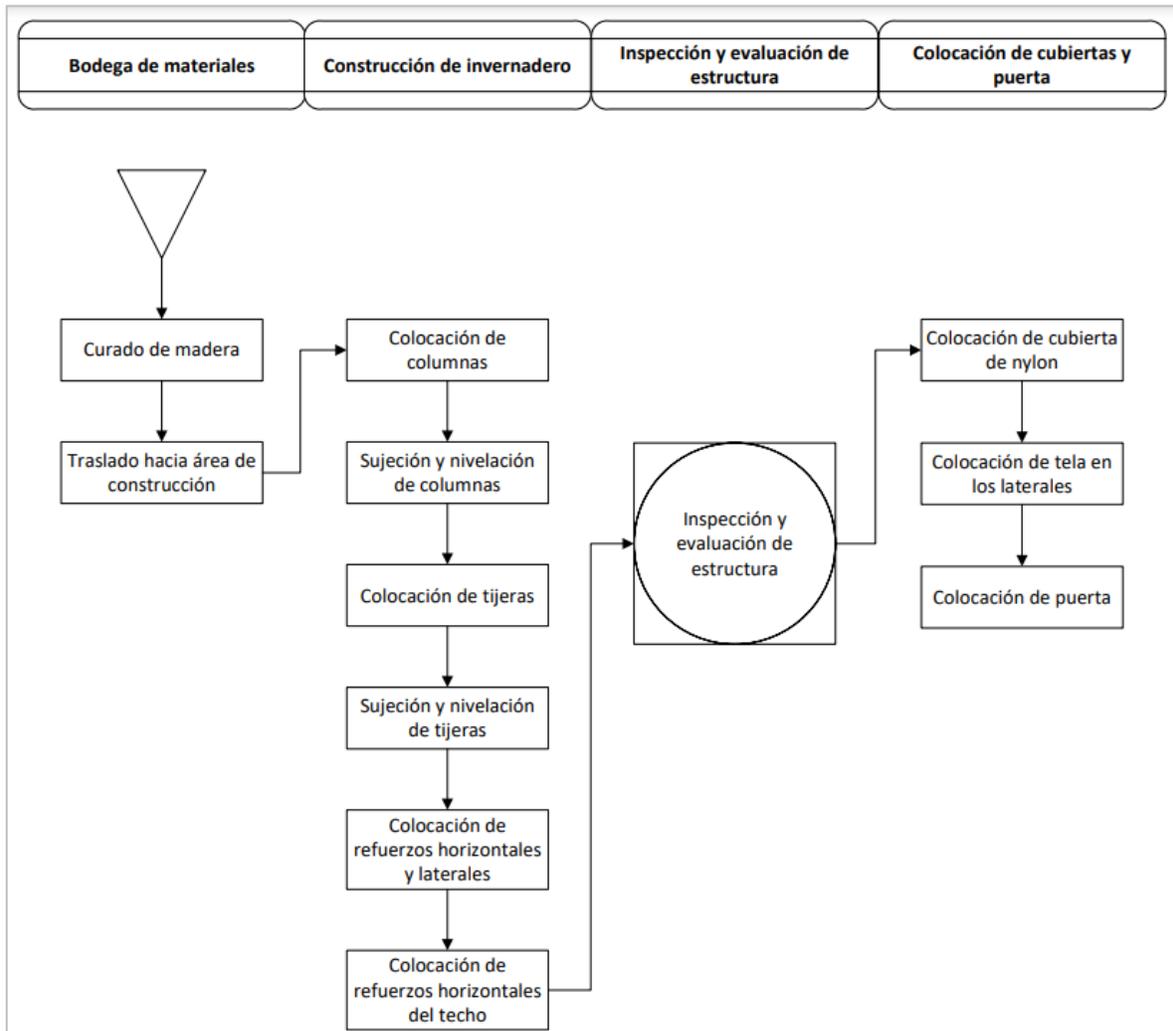
6.12.2.6. Narrativa

Las piezas estructurales de madera, luego de ser curadas y ensambladas, fueron trasladadas del salón comunal de usos múltiples, hacia el área en donde se construiría el invernadero experimental. Luego, se procedió al levantado y colocación de las columnas en los esquineros, ubicados en la base de fundición de concreto. Para la fijación de las columnas, se colocaron, se sujetaron con piezas de madera y se nivelaron, dicho procedimiento se realizó para cada una de las 8 columnas. Luego, se colocaron las 4 tijeras, de la misma manera, como en el caso de las columnas, estas fueron colocadas, sujetadas y niveladas. Seguidamente, fueron colocados los refuerzos horizontales del techo y las paredes, dichos esfuerzos, cumplen determinadas funciones: proveen estabilidad a las columnas y tijeras, lo que permitirá que la estructura del invernadero, sea resistente a los azotes del viento y movimientos sísmicos. Una vez levantada la estructura del invernadero, se procedió a hacer una inspección y evaluación, de acuerdo a las especificaciones del diseño estructural, para determinar que se cumplió con dichas especificaciones. Una vez construida infraestructura del invernadero, se procedió a la colocación de la tela antiofídica en las paredes, por la parte exterior y la colocación del nylon para cubierta. Posteriormente, se colocó la puerta, la cual fue elaborada con los mismos materiales

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 28.

Diagrama de flujo de construcción del invernadero



Nota. Flujograma que muestra el procedimiento de la construcción del invernadero experimental con participación comunitaria. Créditos: Moisés Méndez.

En la siguiente secuencia fotográfica, se muestra la metodología empleada para la preparación del terreno y elaboración de los componentes del invernadero con carácter experimental en la comunidad Nuevo San Martín, con participación comunitaria.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La figura siguiente muestra la construcción de solera de humedad en un área designada por la comunidad.

Figura 29.

Preparación del terreno para la construcción del invernadero



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente Figura muestra el corte de madera de acuerdo a especificaciones de diseño y medidas para el ensamble y construcción en campo.

Figura 30.

Preparación de madera de acuerdo a diseño



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente Figura muestra un pre diseño sobre el montaje donde se realizó una visualización de las piezas armadas

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 31.

Ensayo de piezas de madera antes de montaje



. Créditos Moisés Méndez.

Figura 32.

Elaboración de columnas de madera



Créditos: Moisés Méndez.

En la siguiente Figura se muestra la verificación de mediciones en la base de la solera de humedad para la fijación de los pilares o columnas de madera que formaran la estructura del invernadero.

Figura 33.

Centrado de estructura del invernadero experimental



Créditos: Moisés Méndez.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la siguiente secuencia fotográfica, se muestra la metodología empleada para la construcción del invernadero con carácter experimental en la comunidad Nuevo San Martín, con participación comunitaria.

Figura 34.

Mediciones para centrado de estructura



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente Figura muestra los ensambles y montajes de pilares, cargadores de techo con participación comunitaria.

Figura 35.

Montaje de estructura



Créditos: Moisés Méndez.

La Siguiete Figura muestra la instalación de soleras de madera para rigidizar los marcos de la estructura.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Figura 36.

Armado de estructura



Créditos: Moisés Méndez.

La siguiente figura muestra la finalización del montaje de la estructura para el invernadero experimental según diseño realizado previamente.

Figura 37.

Finalización de la estructura del invernadero



Créditos: Noé García.

La siguiente figura muestra el invernadero construido para el cultivo y cosecha de tomate experimentalmente.

Figura 38.

Invernadero experimental terminado



Créditos: Moisés Méndez.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.12.3. Siembra de pilones de tomate en el invernadero experimental, con participación comunitaria y equipo de investigación

Cuando hubo terminado la construcción del invernadero de carácter experimental, se procedió a la preparación de la tierra en su interior, consistente en la elaboración de camellones, desinfección de la tierra y siembra de 52 pilones de tomate de la variedad Elliot.

6.12.4. Monitoreo de manejo del cultivo de tomate, con participación comunitaria y equipo de investigación

El monitoreo en el manejo del cultivo de tomate, bajo condiciones de invernadero, se desarrolló de la manera siguiente:

- Riego de las plantas
- Aplicación de nutrientes de forma foliar para la estimulación del crecimiento
- Deshije de la planta a cada semana (eliminación de chupones)
- Aplicación de fungicidas para la prevención de plagas y enfermedades
- Aplicación de nutriente granulado al pie de la planta
- Implementación de conductos a la planta

6.13. Obtención de la información

6.13.1. Consulta a usuarios de los mercados de San Martín, Sacatepéquez y Colomba Costa Cuca, ambos del departamento de Quetzaltenango.

Se diseñaron dos instrumentos de consulta para la recolección de la información, los cuales fueron aplicados en los dos mercados cantonales de la región, ubicados en los municipios de San Martín Sacatepéquez y Colomba Costa Cuca. Las preguntas para ambos instrumentos son las mismas, difiere uno del otro en la pregunta que se refiere al lugar donde vive actualmente, pues, la pregunta indica el nombre de las aldeas o colonias pertenecientes a cada municipio. El detalle de los instrumentos se muestra en las Figuras siguientes.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra el diseño del instrumento que respondieron los visitantes del mercado de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Figura 39.

Instrumento de recopilación de información en el mercado de San Martín Sacatepéquez

<p> USAC Facultad de Ingeniería  TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala</p> <p style="text-align: center;">Universidad de San Carlos de Guatemala</p> <p style="text-align: center;">Consulta sobre actividades productivas, mercado de San Martín, Sacatepéquez.</p> <p style="text-align: center;">Instrucciones: Subraye su respuesta a las siguientes preguntas (No le tomará más de 1 minuto)</p> <p>1. ¿Qué edad tiene?</p> <ol style="list-style-type: none"> 15 – 20 años 21-25 años 26-30 años 31- 35 años Mas de 36 años <p>2. ¿En dónde vive actualmente?</p> <ol style="list-style-type: none"> Aldea los Ángeles Aldea Santo Domingo Aldea Talcanac Aldea Nueva Esperanza San Martín Chiquito San Martín Chill Verde San Martín Sacatepéquez Concepcion Chiquirichapa Otro lugar: _____ <p>3. ¿Cuántos años tiene de residir en lugar antes mencionado?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 año o menos 1 - 3 años 3-5 años 5- 10 años Mas de 10 años <p>4. ¿Cuántas veces al mes viene al mercado?</p> <ol style="list-style-type: none"> Ninguna 1 – 2 veces 3-5 veces Mas de 6 veces 	<p>5. ¿Qué medio de transporte utiliza para venir al mercado?</p> <ol style="list-style-type: none"> Automóvil propio Pick Up Camioneta Microbús A pie <p>6. ¿Qué tipo de carne consumen más con su familia?</p> <ol style="list-style-type: none"> Res Pollo Pescado Cerdo <p>7. ¿En su hogar consumen verduras?</p> <ol style="list-style-type: none"> Si No <p>8. ¿Qué verduras consume con más frecuencia? (Puede seleccionar más de una)</p> <ol style="list-style-type: none"> Papa Tomate Ejote Guisquil Chile pimiento Cebolla Otro: _____ <p>9. ¿Qué frutas consume con más frecuencia? (Puede seleccionar más de una)</p> <ol style="list-style-type: none"> Fresa Mora Durazno Pera Kiwi Otra: _____ <p>10. ¿Consume agua purificada?</p> <ol style="list-style-type: none"> Si No <p>11. ¿Usted compra el agua purificada o la purifica?</p> <ol style="list-style-type: none"> Si la compro Si la purifico (Hervida) <p>12. ¿Cuántos garrafones consume a la semana?</p> <ol style="list-style-type: none"> Ninguno 1 garrafón 2 a 3 garrafones 4 o más
--	--

Créditos: Emely Camey.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra el diseño del instrumento que respondieron los visitantes del mercado de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

Figura 40.

Instrumento de recopilación de información en el mercado de Colomba Costa Cuca

 <p>Facultad de Ingeniería</p> <p>Universidad de San Carlos de Guatemala</p> <p>Encuesta sobre actividades productivas en los mercados. Instrucciones: Subraye su respuesta a las siguientes preguntas (No le tomará más de 1 minuto)</p> <p>1. ¿Qué edad tiene? a. 15 – 20 años b. 21-25 años c. 26-30 años d. 31- 35 años e. Mas de 36 años</p> <p>2. ¿En dónde vive actualmente? a. Finca el Transito Bolívar b. Colonia Montreal c. San Martin Chiquito d. San Martin Chili Verde e. San Martin Sacatepéquez f. Finca las Marías g. Caserío el Retiro h. Finca San Jerónimo i. Comunidad Agraria las Mercedes j. Finca el paraíso Asturias k. Las Victorias l. Coatepeque m. Otro lugar: _____</p> <p>3. ¿Cuántos años tiene de residir en lugar antes mencionado? a. 1 año o menos b. 1 - 3 años c. 3-5 años d. 5- 10 años e. Mas de 10 años</p> <p>4. ¿Cuántas veces al mes viene al mercado? a. Ninguna b. 1 – 2 veces c. 3-5 veces d. Mas de 6 veces</p>	<p>5. ¿Qué medio de transporte utiliza para venir al mercado? a. Automóvil propio b. Pick Up c. Camioneta d. Microbús e. A pie</p> <p>6. ¿Qué tipo de carne consumen más con su familia? a. Res b. Pollo c. Pescado d. Cerdo</p> <p>7. ¿En su hogar consumen verduras? a. Si b. No</p> <p>8. ¿Qué verduras consume con más frecuencia? (Puede seleccionar más de una) a. Papa b. Tomate c. Ejote d. Güisquil e. Chile pimienta f. Cebolla g. Otro: _____</p> <p>9. ¿Qué frutas consume con más frecuencia? (Puede seleccionar más de una) a. Fresa b. Mora c. Durazno d. Pera e. Kiwi f. Otra: _____</p> <p>10. ¿Consume agua purificada? a. Si b. No</p> <p>11. ¿Usted compra el agua purificada o la purifica? a. Si la compro b. Si la purifico (Hervida)</p> <p>12. ¿Cuántos garrafones consume a la semana? a. Ninguno b. 1 garrafón c. 2 a 3 garrafones d. 4 o más</p>
---	--

Créditos: Emely Camey.

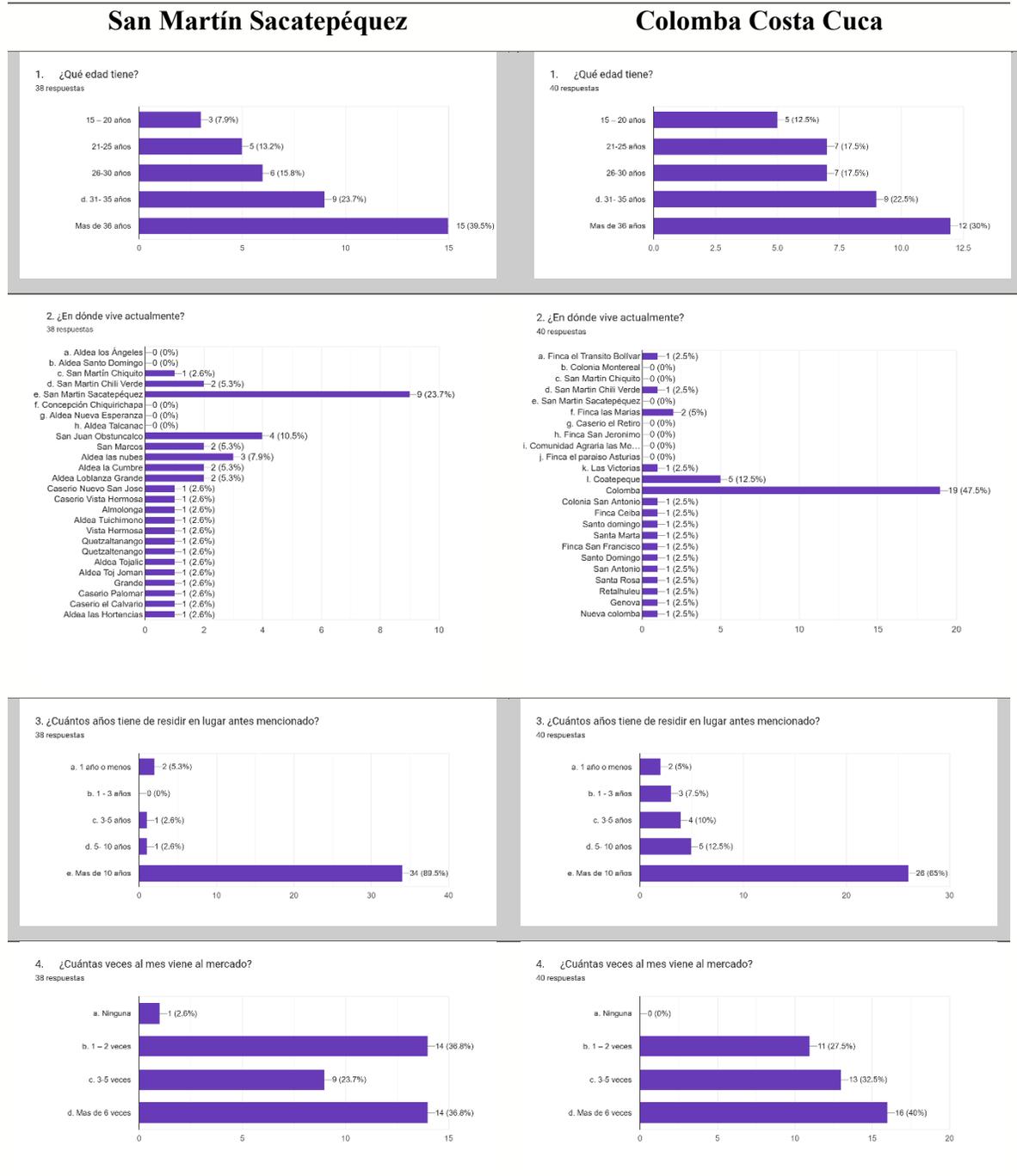
A continuación, se muestran una tabla con datos recopilados en ambos mercados aledaños a la Comunidad meta



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Tabla 9.

Comparación de datos recopilados en los mercados aledaños a la Comunidad meta



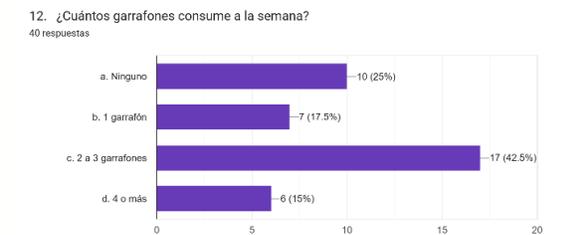
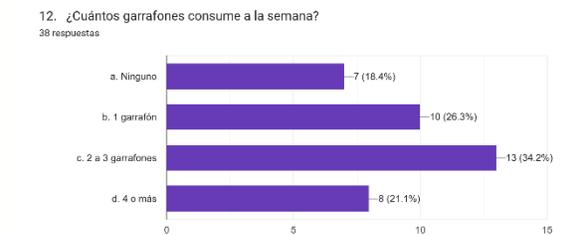
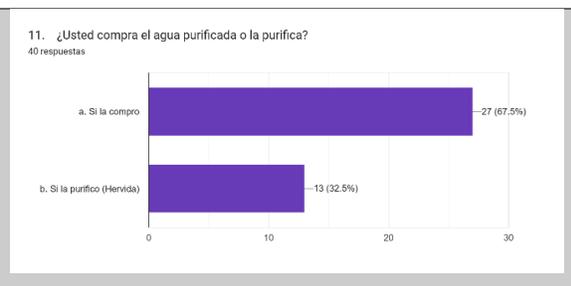
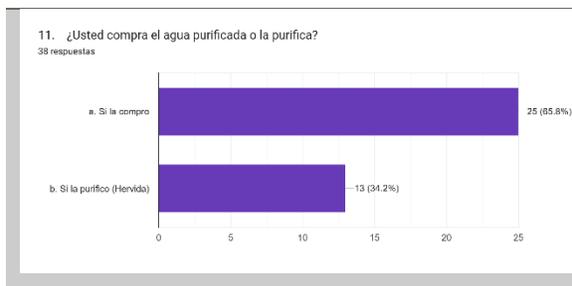
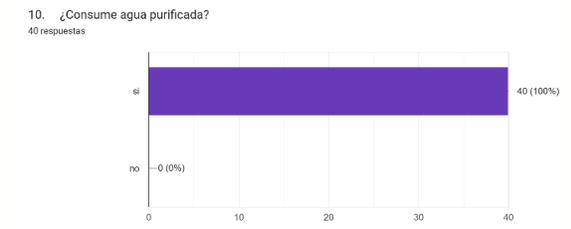
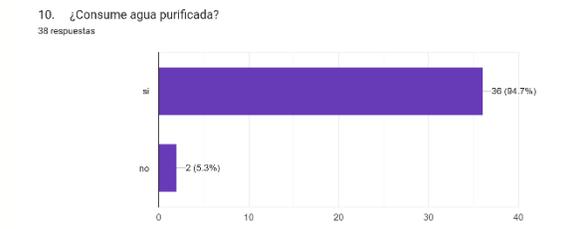
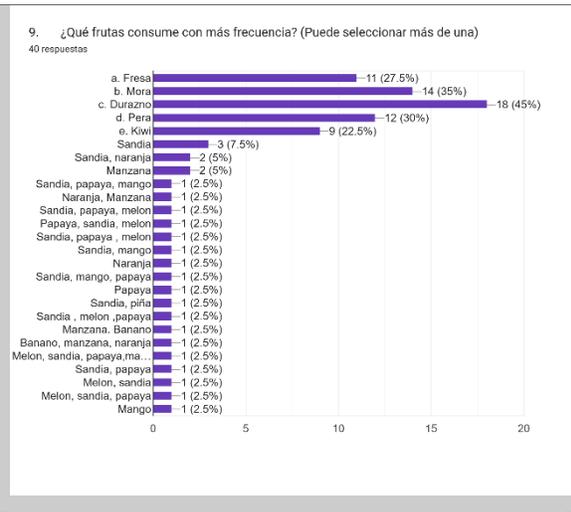
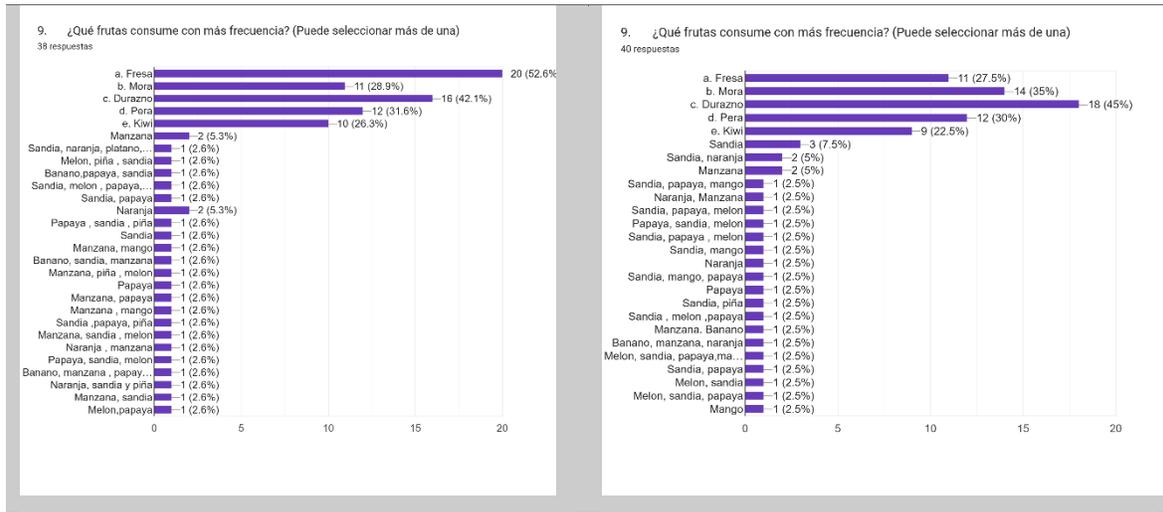


Informe final de Proyecto de Investigación 2024





Informe final de Proyecto de Investigación 2024



Nota. En los datos se muestra y compara la frecuencia de las respuestas de las distintas preguntas realizadas a los visitantes de los mercados, en términos generales en ambos instrumentos se recopilieron respuestas similares. Elaborado por: José Chiroy, realizado en Word.

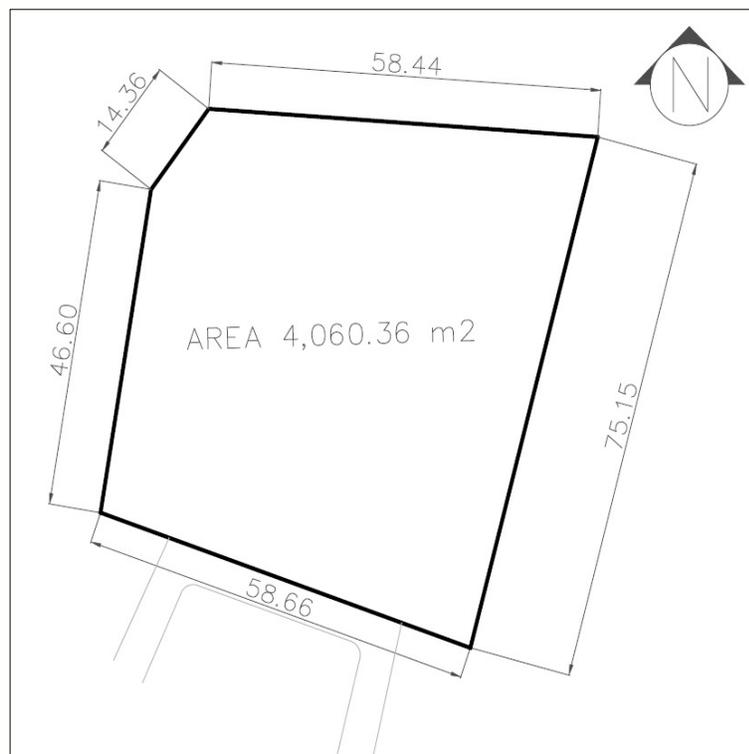
Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.13.2. Área de usos múltiples para actividades productivas

En la identificación de la capacidad instalada de la comunidad meta, se determinó que Nuevo San Martín, posee un área de terreno, gestionada por el COCODE en la Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez. La referida área, cuenta con una superficie de 4.060.00 m², aproximadamente, en dicho lugar, se instaló la actividad productiva, consistente en un invernadero experimental para el cultivo y cosecha de tomate. a la par de la comunidad que sus habitantes le hacen mantenimiento para evitar que animales se refugien, puede utilizarse para realizar actividades productivas, esta área cuenta con un aproximado de 4,060.00 m². En la Figura 41, se muestra el polígono del área de usos múltiples, con las medidas aproximadas, realizadas con la ayuda de una cinta métrica.

Figura 41.

Polígono del área de verde de la comunidad Nuevo San Martín



Elaborado por: José Chiroy, realizado en AUTOCAD.

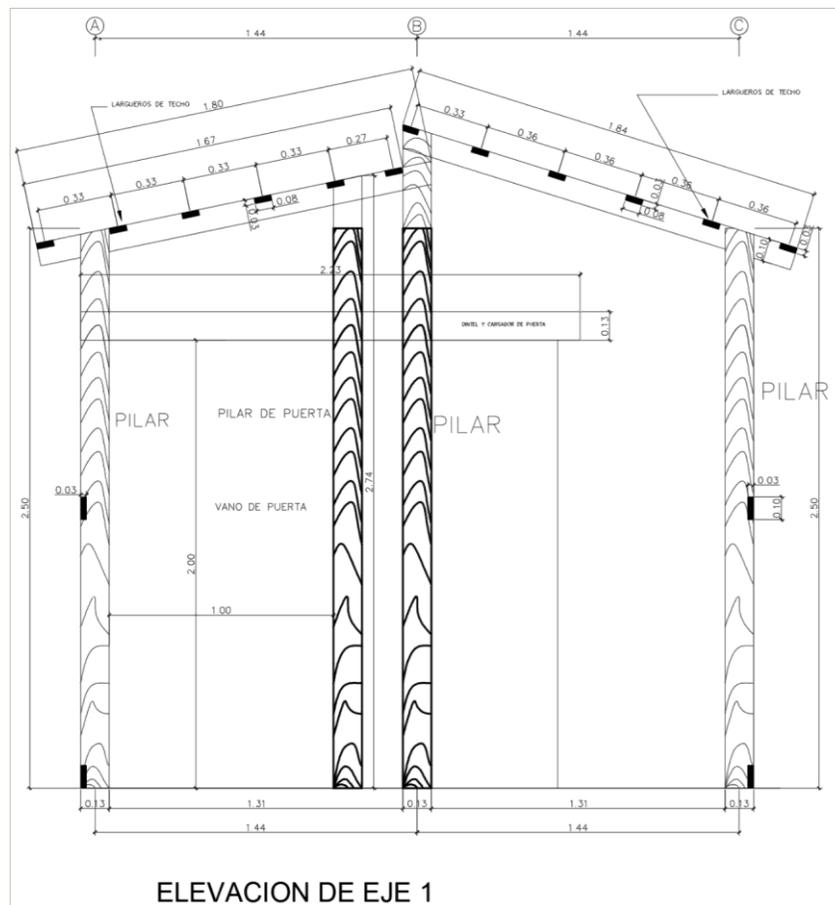
Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.13.3. Diseño de planos de invernadero de carácter experimental

En la Figura 42, se muestra el diseño del plano para el montaje de la actividad productiva seleccionada, consistente en el cultivo y cosecha de tomate bajo condiciones de un invernadero, para lo cual, se construyó un invernadero de carácter experimental para el cultivo y cosecha de tomate; para la construcción del invernadero, se utilizó madera de la especie de Pucté, proveniente de la Concesión Forestal Árbol Verde, en San Andrés, El Petén. En la siguiente Figura se muestra una representación gráfica del diseño para la construcción y elaboración de su estructura, también el marco donde se ubicará la puerta del invernadero, la figura no cuenta con escala en este documento.

Figura 42.

Diseño de planos para el invernadero experimental construido en la comunidad



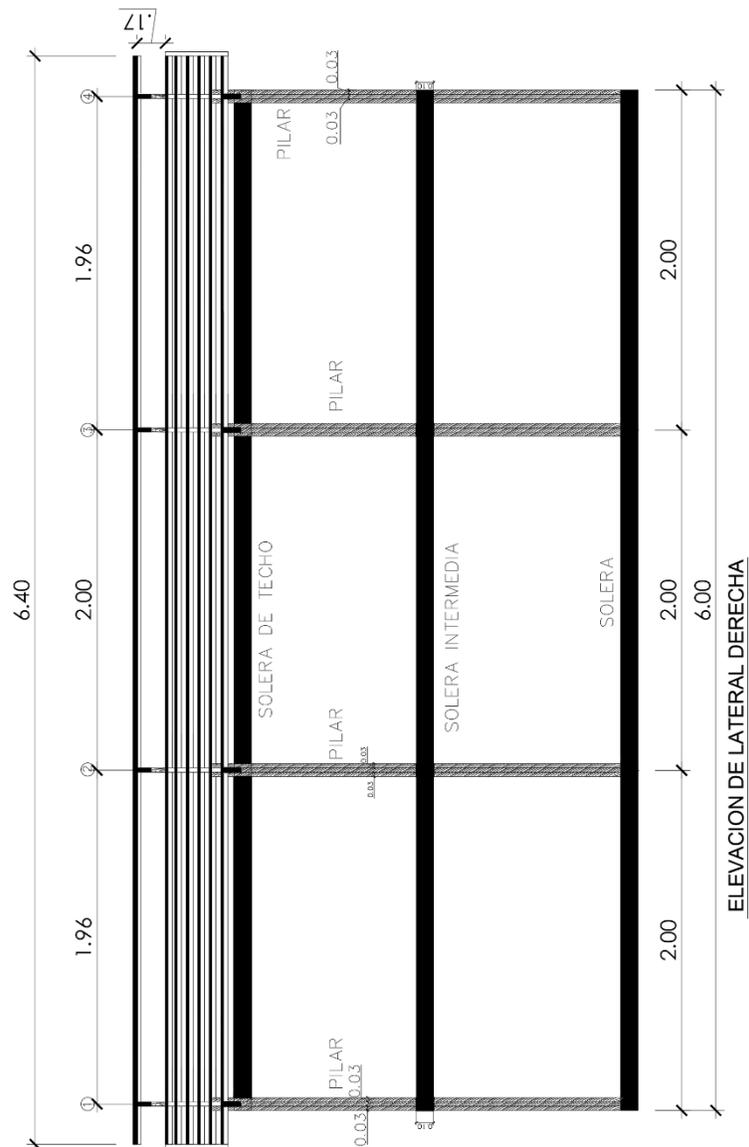
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La Figura siguiente muestra la representación gráfica de la elevación lateral del diseño con medidas entre cada eje, donde se ubicarán los pilares o columnas. La Figura 43, no cuenta con escala en este documento.

Figura 43.

Vista lateral de diseño



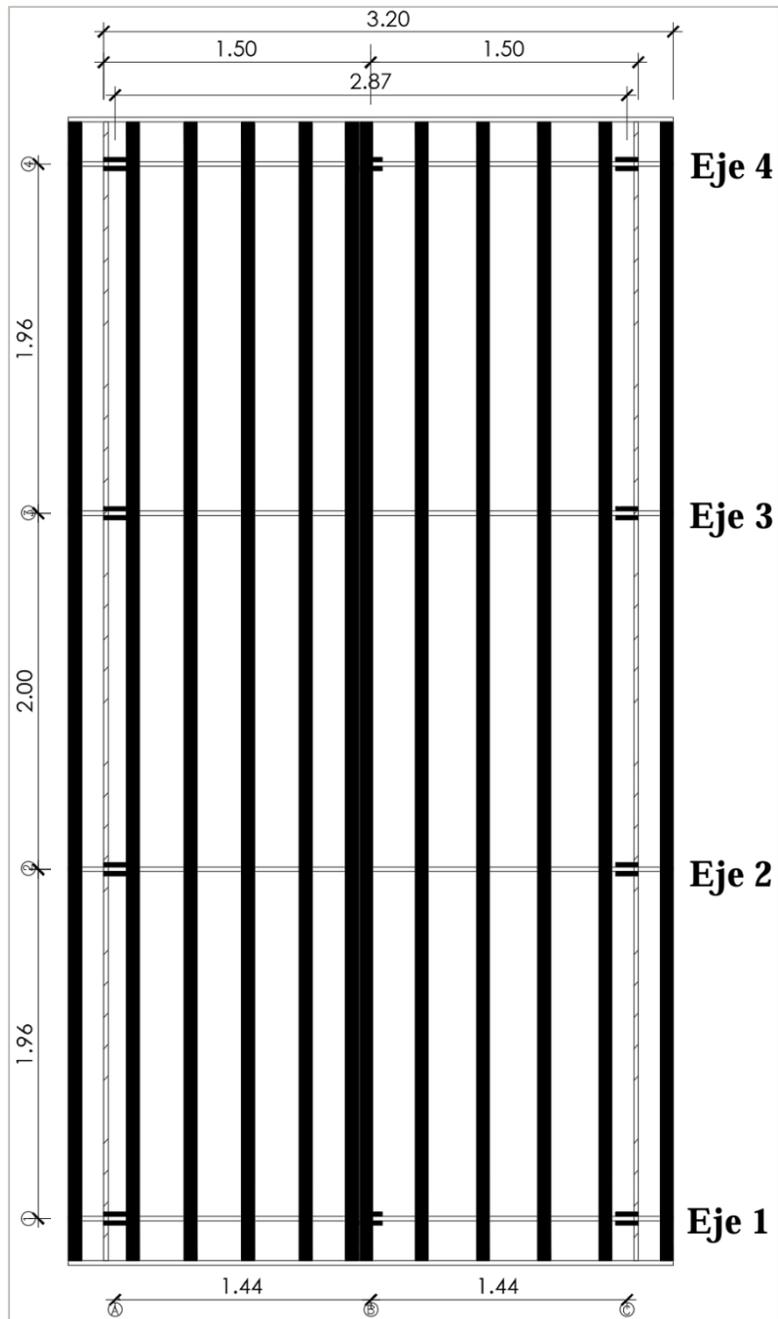
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la siguiente Figura se muestra la representación gráfica de techo y mediciones necesarias. La Figura 44, no cuenta con escala en este documento.

Figura 44.

Planta de techo del diseño



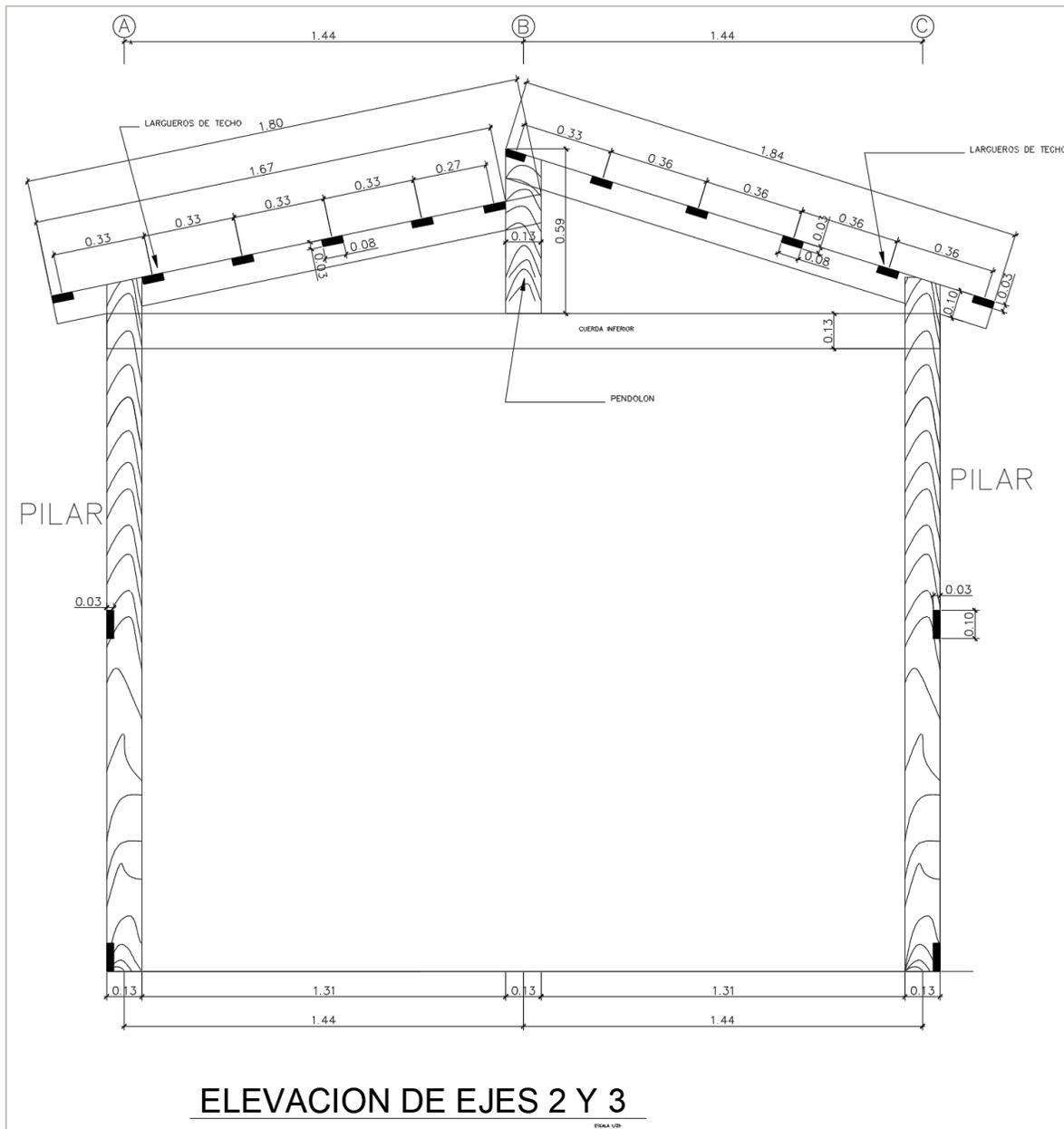
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la siguiente Figura se muestra la representación gráfica de dos marcos en elevación. La Figura 45, no cuenta con escala en este documento.

Figura 45.

Marco de invernadero



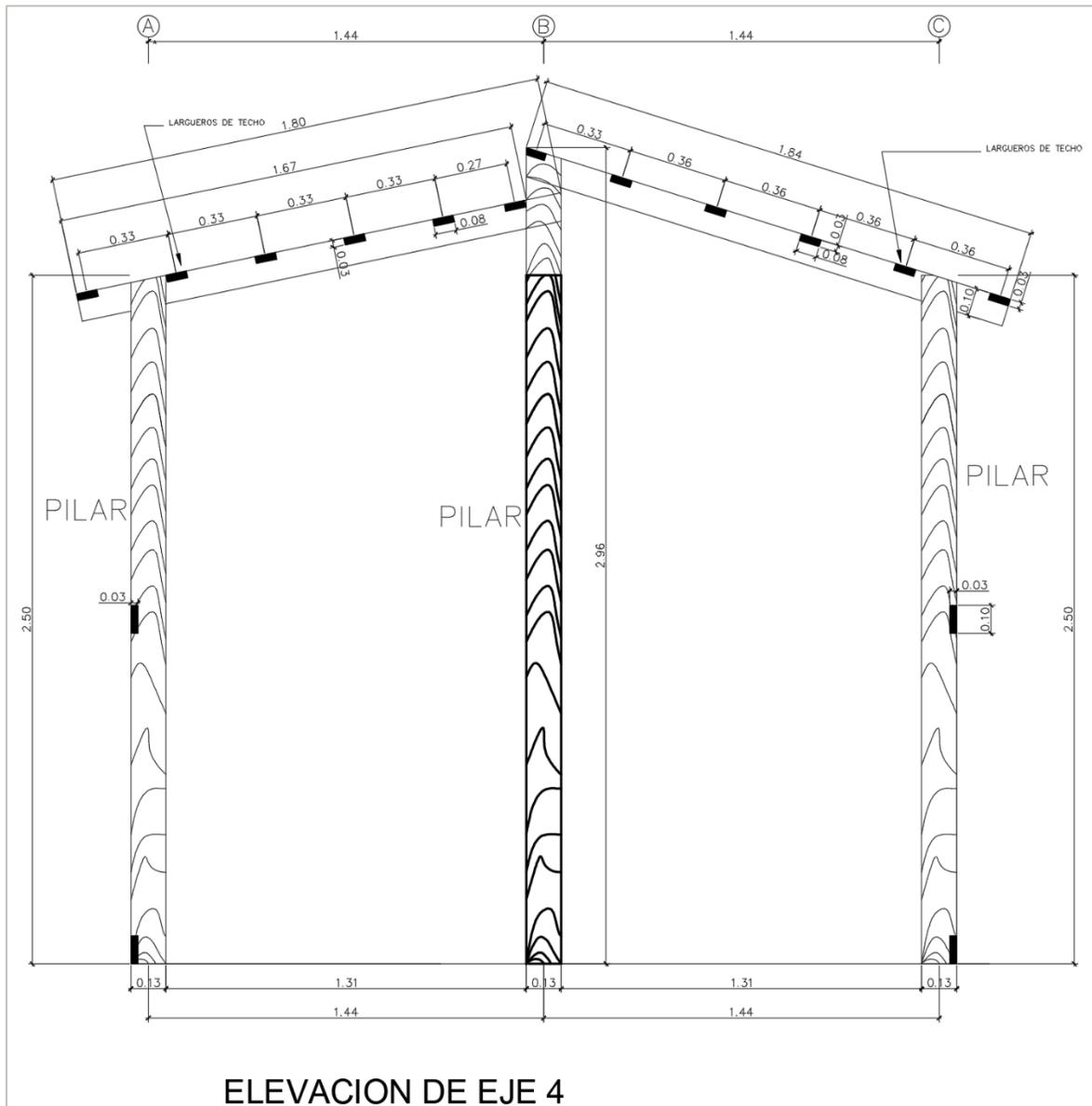
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la siguiente Figura se muestra la representación gráfica del marco posterior en elevación. La Figura 46, no cuenta con escala en este documento.

Figura 46.

Elevación posterior de diseño



Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Luego de construido el invernadero experimental, en el cual se ha desarrollado la actividad productiva de cultivo y cosecha de tomate, se realizó una evaluación de su estructura, a cinco meses de su montaje, tal como se muestra en la figura siguiente.

La siguiente Figura muestra un instrumento para evaluación de la estructura del invernadero experimental en funcionamiento.

Figura 47.

Instrumento de evaluación del funcionamiento del invernadero

Aspectos visuales en la estructura del invernadero			
Efecto	Aceptable	No Aceptable	Observaciones
Agrietamiento	x		No se observan
Alabeo	x		No se observa
Separación en uniones (pegado)	x		No hay inconvenientes
Aspectos Técnicos			
Desajuste en empalmes			No se encuentran
Problemas de la madera en las bases de las vigas	x		Todo normal
Aspectos Ambientales			
Presencia de plagas del área de ubicación del invernadero			No hay agentes encontrados
Corrosión en los herrajes y tornillos	x		No se observa
Comportamiento de la estructura por el viento y otros factores del clima	x		En pernos de base se encuentra estable, no hay desajuste
Aspectos de funcionamiento			
Golpes			Hay pequeño desajuste por instalación de puerta
Astilladuras	x		No se observa
Desprendimiento de piezas			Todo está normal
Anotaciones			
Se identificó que, en el momento de colocar y asegurar la tela juntamente con el nylon a la estructura de madera de la especie Pucté, del invernadero, hubo dificultad en la fijación debido a la alta densidad y dureza de la madera			

FACULTAD DE INGENIERÍA – USAC
 Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Elaborado por: Moisés Méndez, realizado en Word.

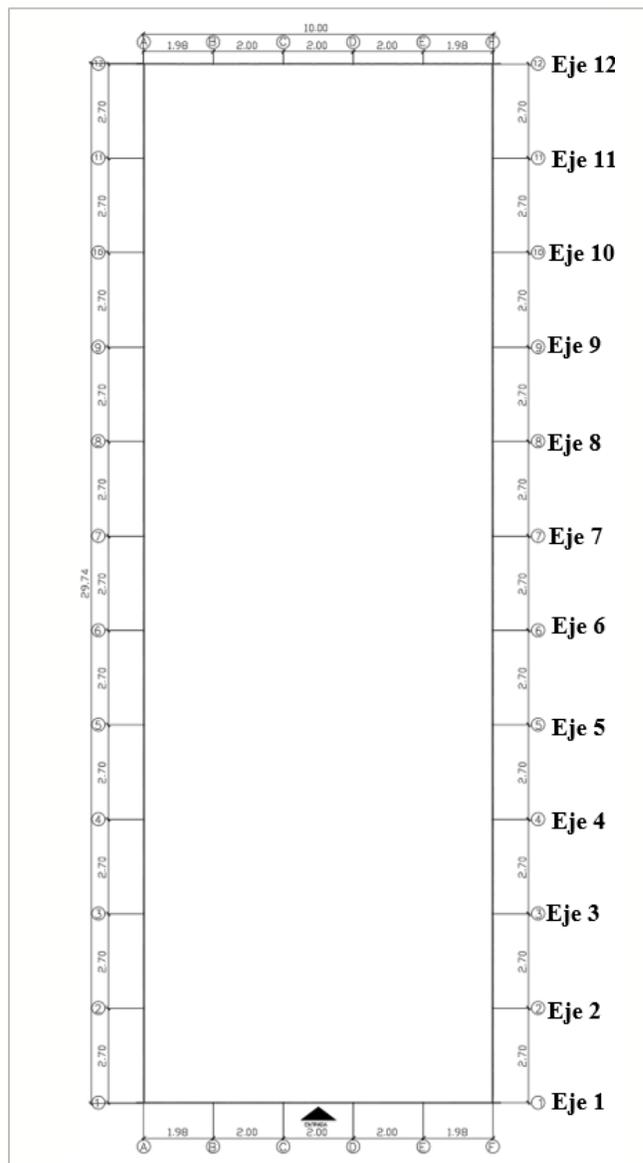
Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Se realizó un diseño con una propuesta de un invernadero para una producción mayor de hortalizas de manera controlada

La siguiente Figura muestra la representación de planta acotada de invernadero, el diseño está constituido por una estructura de tubos circulares. La Figura 48, no cuenta con escala en este documento.

Figura 48.

Diseño de un invernadero convencional



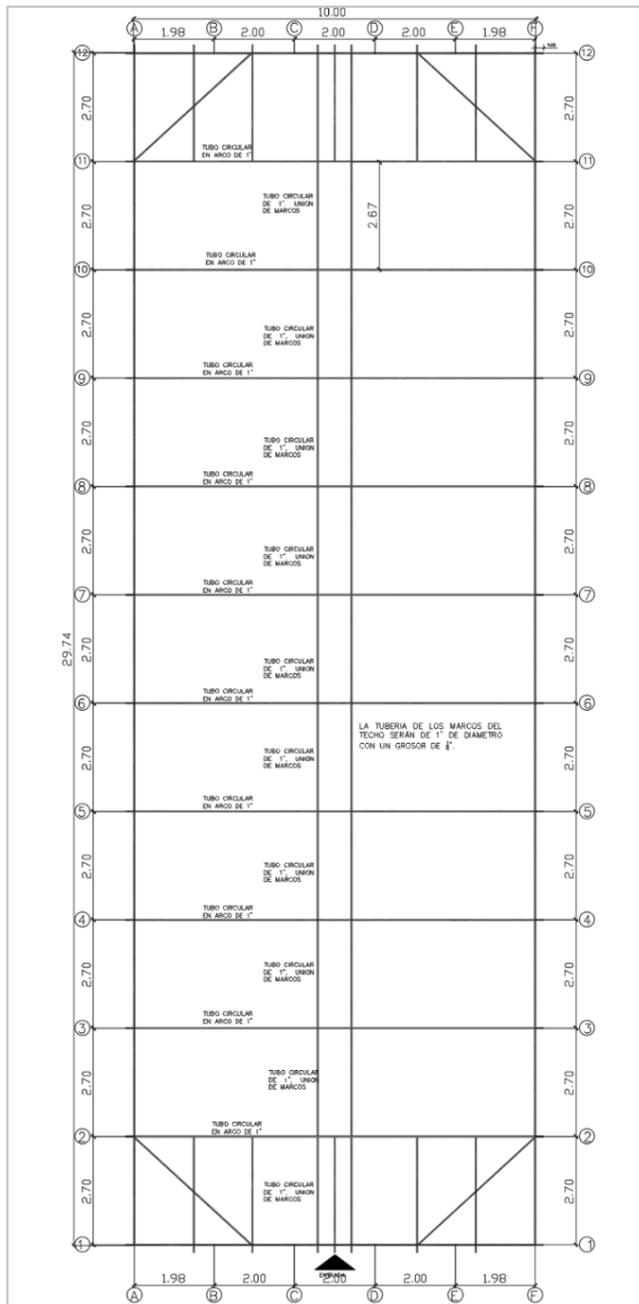
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra la representación de planta de techo del invernadero convencional, con sus respectivas medidas. La Figura 49, no cuenta con escala.

Figura 49.

Planta de techo del invernadero convencional



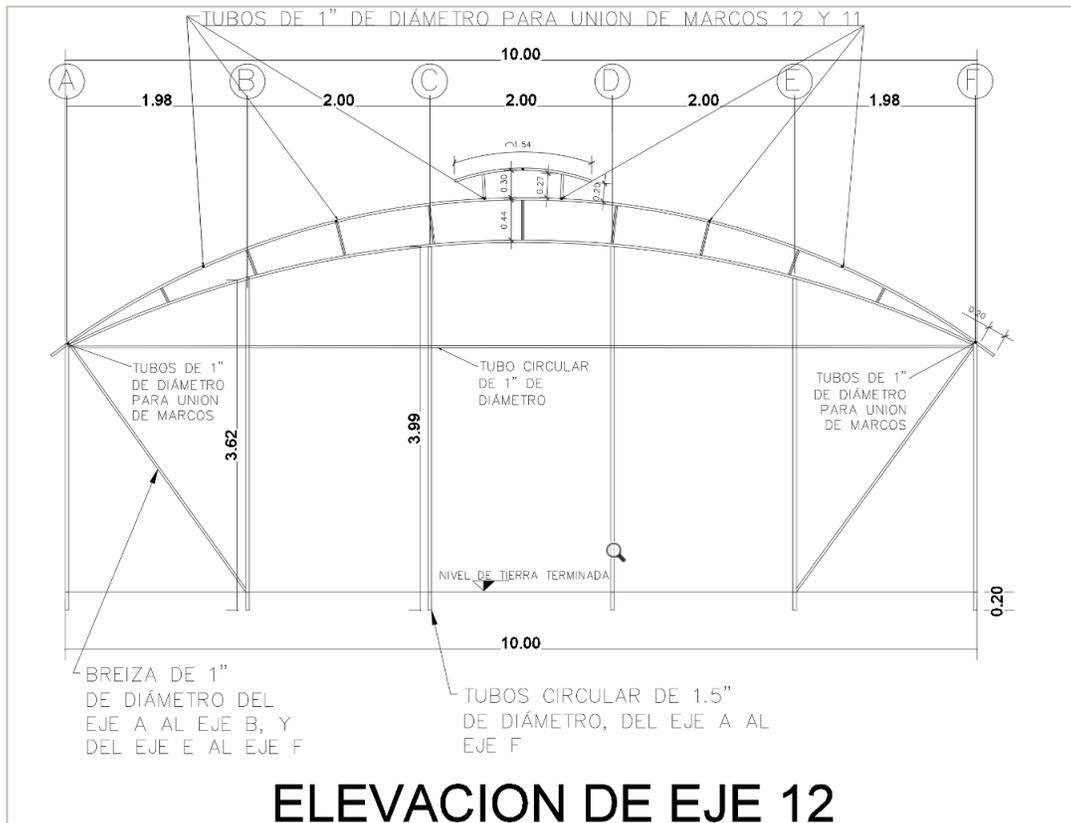
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra la representación de la elevación con especificaciones del material y sus medidas. La Figura 50, no cuenta con escala en este documento.

Figura 50.

Sección transversal de la estructura del invernadero convencional



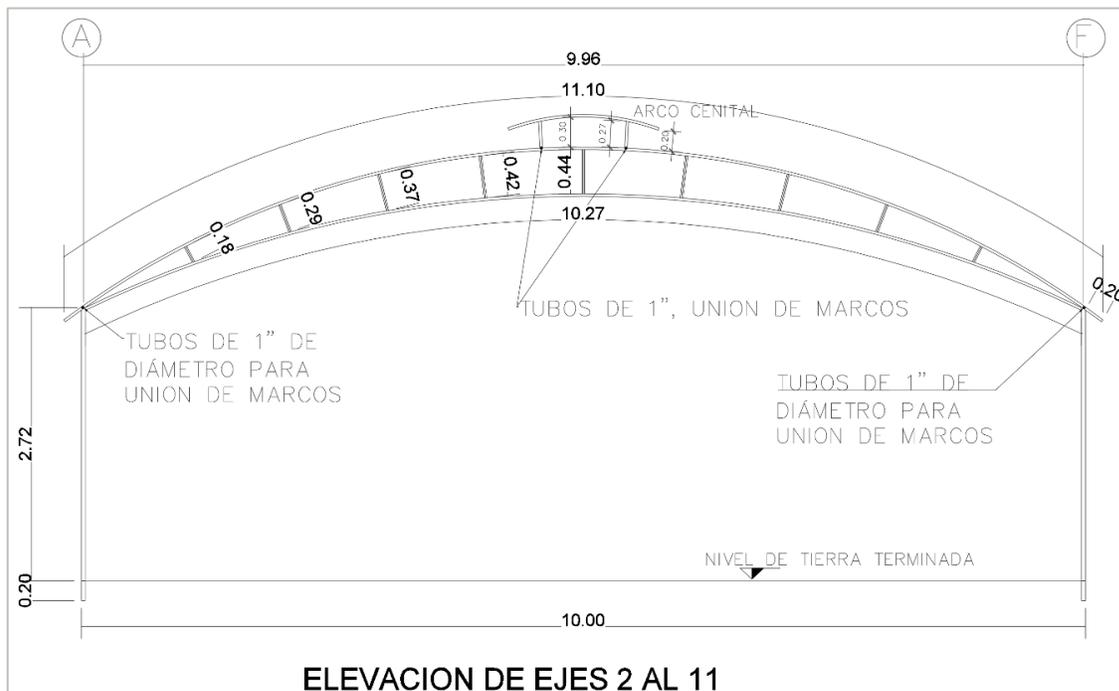
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra la representación de las elevaciones intermedias con especificaciones del material y sus medidas. La Figura 51, no cuenta con escala en este documento.

Figura 51.

Elevaciones intermedias del invernadero convencional



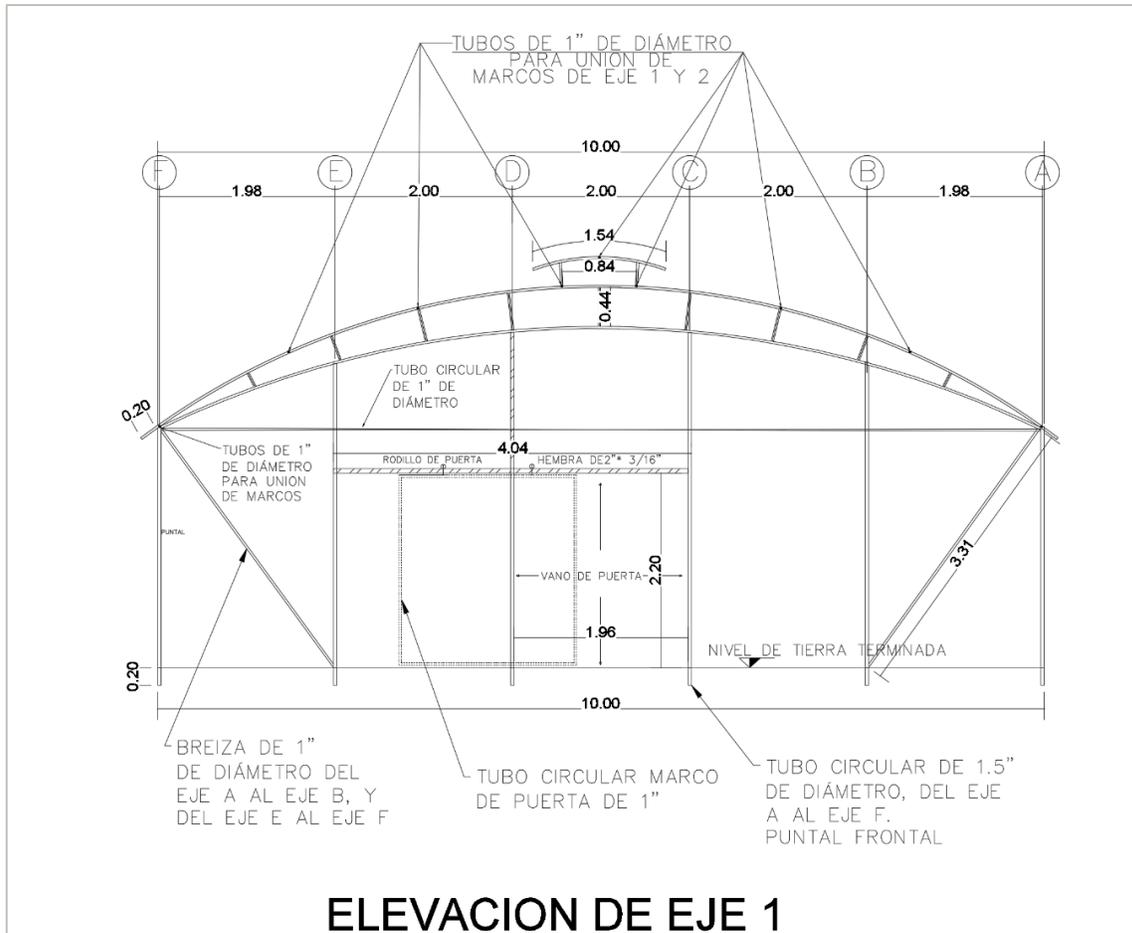
Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La siguiente Figura muestra la representación de la elevación posterior con especificaciones del material y sus medidas. La Figura 52, no cuenta con escala en este documento.

Figura 52.

Elevación de la parte posterior del invernadero convencional



Elaborado por: José Chiroy, realizado con AUTOCAD.

6.14. Evaluación de la calidad del agua en el Laboratorio Unificado de Microbiología Sanitaria

Uno de los aspectos identificados como componente de la capacidad instalada de la comunidad, fue el agua, su abastecimiento y calidad. Por lo que se llevó a cabo una evaluación a profundidad sobre dicho recurso. A continuación, se muestra la narrativa de la intervención realizada por el equipo de investigadores con participación comunitaria.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Narrativa:

- Se determinó que era necesario realizar un primer acercamiento al estado actual del agua, para lo cual se estableció una planificación que incluía, hacer evaluaciones preliminares a muestras obtenidas de la toma, del tanque de distribución y de los grifos de las viviendas
- Se visitó la toma de agua, la cual se obtiene de una quebrada propiedad de la comunidad meta, y se encuentra a 4 km de distancia
- Se hizo una evaluación preliminar a una muestra obtenida en el lugar
- Luego, se extrajo una muestra de agua del tanque de distribución y de los grifos de las viviendas de la comunidad
- La evaluación preliminar del agua, demostró que no era apta para el consumo humano, debido a su grado de acidez
- Se recomendó que se debía extraer una muestra de cada uno de los puntos observados y enviarlos para ser evaluados en el Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería
- Se llevó a cabo la evaluación de las tres muestras de agua en el laboratorio en donde se confirmó la acidez y su grado
- El laboratorio extendió el certificado de control de calidad del agua y se hicieron recomendaciones
- De regreso en la comunidad meta, se instaló un sistema de dos tinacos y sus accesorios para la preparación de las soluciones químicas, consistentes en Hipoclorito de calcio e Hidróxido de calcio recomendadas para la potabilización del agua
- Se hicieron las mezclas y se realizaron las pruebas para la verificación de la potabilización del agua
- La comunidad meta lleva, a partir de ese momento y de forma periódica, el procedimiento de potabilización del agua, conforme a lo recomendado por el laboratorio.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

La evaluación y análisis del agua, con fines de potabilización, se realizó en el Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria “Dra. Alba Tabarini Molina” del Centro de Investigaciones de Ingeniería. El proceso se desarrolló de la manera siguiente:

- Solicitud de evaluación y análisis a muestras de agua, por medio de Orden de Trabajo no cobrable (debido a que el Centro de Investigaciones de Ingeniería, participa como contrapartida del proyecto)
- Se practicó, de acuerdo a la Norma COGUANOR NTG 29001” Agua para consumo humano (agua potable) Especificaciones”, las pruebas de laboratorio: Análisis físico químico sanitario y examen bacteriológico
- Las pruebas de laboratorio se realizaron en a tres muestras: a) caja de captación en nacimiento; b) tanque de almacenamiento en la colonia; y, c) grifo domiciliario

Tabla 10.

Resultados de Análisis Físico Químicos Sanitarios y Exámenes Bacteriológicos

Exámenes Físico Químico Sanitario				Exámenes Bacteriológicos																																																						
<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO O.T. No. 41303 INF. No. 10658</p> <p>INTERESADO: Proyecto de Investigación DIGI / CI</p> <p>RECOLECTADA POR: José Luis Chirry Mendoza DEPENDENCIA: DIGI/CI</p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN: Aldas San José Más Alla FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 10-03-2024, 17 h 10 min.</p> <p>FUENTE: Caja de Captación en nacimiento. FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: 11-03-2024, 09 h 25 min.</p> <p>MUNICIPIO: San Martín Sacatepéquez CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: En refrigeración</p> <p>DEPARTAMENTO: Quezaltenango</p>				<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>EXAMEN BACTERIOLÓGICO O.T. No. 41303 INF. No. BAC 10-24</p> <p>INTERESADO: Proyecto de Investigación DIGI / CI PROYECTO: Proyecto de Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quezaltenango, utilizando el método.</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: José Luis Chirry Mendoza DEPENDENCIA: DIGI/CI</p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Fuente de Nacimiento, Aldas San José Más alla. FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 10-03-2024, 17 h 10 min.</p> <p>FUENTE: Caja de captación en nacimiento. FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 11-03-2024, 09 h 25 min.</p> <p>MUNICIPIO: San Martín Sacatepéquez CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración</p> <p>DEPARTAMENTO: Quezaltenango</p> <p>SABOR: ----- SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: -----</p> <p>ASPECTO: Claro CLORO RESIDUAL: -----</p> <p>OLOR: Insoloso</p>																																																						
<p>RESULTADOS</p> <table border="1"> <tr> <td>1. ASPECTO</td> <td>Claro</td> <td>6. COLOR</td> <td>Incoloro</td> <td>7. TEMPERATURA</td> <td>(En el momento de recolección)</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>2. COLOR</td> <td>01 Unidades</td> <td>5. SABOR</td> <td>-----</td> <td>8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA</td> <td>74</td> <td>µmhos/cm</td> </tr> <tr> <td>3. TURBIDEZ</td> <td>0,15 UNT</td> <td>9. SÓLIDOS DISUELTOS (g/l)</td> <td>06,49 unidades</td> <td>9. SÓLIDOS DISUELTOS</td> <td>39</td> <td>mg/L</td> </tr> </table>				1. ASPECTO	Claro	6. COLOR	Incoloro	7. TEMPERATURA	(En el momento de recolección)	---	2. COLOR	01 Unidades	5. SABOR	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	74	µmhos/cm	3. TURBIDEZ	0,15 UNT	9. SÓLIDOS DISUELTOS (g/l)	06,49 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS	39	mg/L	<p>INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AERÓGENOS)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PRUEBAS NORMALES</th> <th rowspan="2">PRUEBA PRESUNTIVA</th> <th colspan="2">PRUEBA CONFIRMATIVA</th> </tr> <tr> <th>FORMACIÓN DE GAS</th> <th>FECAL 44.5°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD SEMBRADA</td> <td>FORMACIÓN DE GAS - 35°C</td> <td>TOTAL</td> <td>FECAL 44.5°C</td> </tr> <tr> <td>10,00 cm³</td> <td>++++</td> <td>++++</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>01,00 cm³</td> <td>++++</td> <td>++++</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>00,10 cm³</td> <td>++++</td> <td>++++</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td></td> <td>++++</td> <td>++++</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm³</td> <td></td> <td>1,600</td> <td>< 2</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		FORMACIÓN DE GAS	FECAL 44.5°C	CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5°C	10,00 cm ³	++++	++++	-----	01,00 cm ³	++++	++++	-----	00,10 cm ³	++++	++++	-----		++++	++++	-----	RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		1,600	< 2
1. ASPECTO	Claro	6. COLOR	Incoloro	7. TEMPERATURA	(En el momento de recolección)	---																																																				
2. COLOR	01 Unidades	5. SABOR	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	74	µmhos/cm																																																				
3. TURBIDEZ	0,15 UNT	9. SÓLIDOS DISUELTOS (g/l)	06,49 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS	39	mg/L																																																				
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA																																																								
		FORMACIÓN DE GAS	FECAL 44.5°C																																																							
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5°C																																																							
10,00 cm ³	++++	++++	-----																																																							
01,00 cm ³	++++	++++	-----																																																							
00,10 cm ³	++++	++++	-----																																																							
	++++	++++	-----																																																							
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		1,600	< 2																																																							
<p>OTRAS DETERMINACIONES: Amoníaco 0,00 mg/L.</p> <p>CONCLUSIÓN: Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados se encuentran que el pH es ácido, por lo que se encuentra bajo dentro de los límites máximos aceptables de la norma COGUANOR NTG 29001. Agua Potable. Por lo tanto, el agua NO ES POTABLE.</p> <p>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21st EDITION Y SUS NORMAS COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 2001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA)</p> <p>Guatemala, 21-03-2024</p> <p>Va. Dña. TEJAMA MARCELA CANO MORALES DIRECTORA CI/USAC</p> <p>Va. Dña. INGA TELMA MARCELA CANO MORALES DIRECTORA CI/USAC</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA – USAC – Edificio 7-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Extn. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://www.usac.edu.gt</p>				<p>Guatemala, 21-03-2024</p> <p>Va. Dña. INGA TELMA MARCELA CANO MORALES DIRECTORA CI/USAC</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA – USAC – Edificio 7-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Extn. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://www.usac.edu.gt</p>																																																						

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO INF. No. **10669** FQ 08-24

O.T. No. 41303

INTERESADO: **Proyecto de Investigación DIGI / CIH**

PROYECTO: **Proyecto de Investigación "Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quetzaltenango, utilizando el método"**

RECOLECTADA POR: **José Chirry** DEPENDENCIA: **DIGI/CIH**

LUGAR DE RECOLECCIÓN: **Colonia Nuevo San Martín** FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: **10-03-2024, 18 h 30 min**

FUENTE: **Tanque de Almacenamiento, en colonia** FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: **11-03-2024, 09 h 25 min**

MUNICIPIO: **San Martín Sacatepéquez** CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: **En refrigeración**

DEPARTAMENTO: **Quetzaltenango**

RESULTADOS

1. ASPECTO: Clara	4. COLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: --- (al momento de recolección)
2. COLORE: 1 Unidades	5. SAIOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 73 µmhos/cm
3. TURBIDEZ: 0,40 INT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 06,43 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 37 mg/L

SUSTANCIAS mg/L		SUSTANCIAS mg/L	
1. CALCIO (Ca)	16	6. CLOREUROS (Cl)	9
2. NITRÓGENO (NO ₂)	0,001	7. MAGNESIO (Mg)	0,027
3. NITRÓGENO (NO ₃)	10	8. SILECIATO (SiO ₂)	0,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	0,00
5. MANGANESO (Mn)	0,006	10. DUREZA TOTAL	76

HERROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	40	40

OTRAS DETERMINACIONES: **Amoníaco 0,00 mg/L**

CONCLUSIÓN: Los resultados de los análisis físico-químicos realizados se encuentran que el pH es ácido, por lo que se encuentra bajo dentro de los límites máximos aceptables de la norma COGUAÑOR NTG 2990. Agua Potable. Por lo tanto, el agua NO ES POTABLE.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005. NORMAS COGUAÑOR NGD 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 2901 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADOS), GUATEMALA.

Guatemala, 21-03-2024

Vs. Inga TELMA MARCELA CANO MORALES, DIRECTORA CIH/AC

Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio 7.5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cih.usac.edu.gt

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EXAMEN BACTERIOLÓGICO INF. No. **10672** BAC 11-24

O.T. No. 41303

INTERESADO: **Proyecto de Investigación DIGI / CIH**

PROYECTO: **Proyecto de Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quetzaltenango, utilizando el método**

MUESTRA RECOLECTADA POR: **José Chirry y Emily C.** DEPENDENCIA: **DIGI/CIH**

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: **Colonia Nuevo San Martín Sacatepéquez** FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: **10-03-2024, 18 h 30 min**

FUENTE: **Tanque de Almacenamiento en colonia** FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: **11-03-2024, 09 h 25 min**

MUNICIPIO: **San Martín Sacatepéquez** CONDICIONES DE TRANSPORTE: **En refrigeración**

DEPARTAMENTO: **Quetzaltenango**

SABOR: **-----** SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: **-----**

ASPECTO: **Clara** CLORO RESIDUAL: **-----**

OLOR: **Inodora**

INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AERÓGENOS)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++++	++++	-----
01,00 cm ³	++++	++++	---
00,10 cm ³	+++	+++	---

RESULTADO: NÚMERO MÁS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm³: **290** **< 2**

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUAÑOR NGD 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: BACTERIOLÓGICAMENTE EL AGUA NO ES POTABLE. SEGÚN NORMA COGUAÑOR NTG 2900.

Guatemala, 21-03-2024

Vs. Inga TELMA MARCELA CANO MORALES, DIRECTORA CIH/AC

Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio 7.5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cih.usac.edu.gt

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO INF. No. **10670** FQ 09-24

O.T. No. 41303

INTERESADO: **Proyecto de Investigación DIGI / CIH**

PROYECTO: **Proyecto de Investigación "Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quetzaltenango, utilizando el método"**

RECOLECTADA POR: **José Chirry** DEPENDENCIA: **DIGI/CIH**

LUGAR DE RECOLECCIÓN: **Colonia Nuevo San Martín** FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: **10-03-2024, 18 h 15 min**

FUENTE: **Grifo domiciliar** FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: **11-03-2024, 09 h 25 min**

MUNICIPIO: **San Martín Sacatepéquez** CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: **En refrigeración**

DEPARTAMENTO: **Quetzaltenango**

RESULTADOS

1. ASPECTO: Clara	4. COLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: --- (al momento de recolección)
2. COLORE: 1 Unidades	5. SAIOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 75 µmhos/cm
3. TURBIDEZ: 0,10 INT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 06,44 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 40 mg/L

SUSTANCIAS mg/L		SUSTANCIAS mg/L	
1. CALCIO (Ca)	16	6. CLOREUROS (Cl)	10
2. NITRÓGENO (NO ₂)	0,00	7. MAGNESIO (Mg)	12
3. NITRÓGENO (NO ₃)	6	8. SILECIATO (SiO ₂)	0,024
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	0,00
5. MANGANESO (Mn)	0,004	10. DUREZA TOTAL	90

HERROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	36	36

OTRAS DETERMINACIONES: **Amoníaco 0,00 mg/L**

CONCLUSIÓN: Los resultados de los análisis físico-químicos realizados se encuentran que el pH es ácido, por lo que se encuentra bajo dentro de los límites máximos aceptables de la norma COGUAÑOR NTG 2990. Agua Potable. Por lo tanto, el agua NO ES POTABLE.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005. NORMAS COGUAÑOR NGD 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 2901 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADOS), GUATEMALA.

Guatemala, 21-03-2024

Vs. Inga TELMA MARCELA CANO MORALES, DIRECTORA CIH/AC

Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio 7.5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cih.usac.edu.gt

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EXAMEN BACTERIOLÓGICO INF. No. **10671** BAC 11-24

O.T. No. 41303

INTERESADO: **Proyecto de Investigación DIGI / CIH**

PROYECTO: **Proyecto de Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quetzaltenango, utilizando el método**

MUESTRA RECOLECTADA POR: **Emily Camery** DEPENDENCIA: **DIGI/CIH**

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: **Colonia Nuevo San Martín Sacatepéquez** FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: **10-03-2024, 18 h 10 min**

FUENTE: **Grifo domiciliar** FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: **11-03-2024, 09 h 25 min**

MUNICIPIO: **San Martín Sacatepéquez** CONDICIONES DE TRANSPORTE: **En refrigeración**

DEPARTAMENTO: **Quetzaltenango**

SABOR: **-----** SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: **-----**

ASPECTO: **Clara** CLORO RESIDUAL: **-----**

OLOR: **Inodora**

INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AERÓGENOS)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++++	++++	-----
01,00 cm ³	++++	++++	---
00,10 cm ³	+++	+++	---

RESULTADO: NÚMERO MÁS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm³: **920** **< 2**

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUAÑOR NGD 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: BACTERIOLÓGICAMENTE EL AGUA NO ES POTABLE. SEGÚN NORMA COGUAÑOR NTG 2900.

Guatemala, 21-03-2024

Vs. Inga TELMA MARCELA CANO MORALES, DIRECTORA CIH/AC

Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio 7.5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cih.usac.edu.gt

Nota. En esta tabla se muestran los resultados de muestras de agua que la comunidad utiliza y fueron evaluados y analizados en el Laboratorio Unificado de Química y Microbiología

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Sanitaria “Dra. Alba Tabarini Molina” del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Elaborado por: José Chiroy, realizado en Word.

6.14.1. Proceso de potabilización del agua

A continuación, se muestra el proceso de potabilización del agua en la comunidad Nuevo, San Martín.

Las siguientes figuras muestran la compra de tinacos para el almacenamiento e inyección de solución al agua, fabricación de base para el montaje del sistema de tinacos, colocación de la base para instalación del sistema de tinacos, proceso de potabilización del agua, a través de solución de acuerdo a las recomendaciones del laboratorio, a la vez inducción de cómo realizar la mezcla a los comunitarios, y también posterior a la inyección de solución de agua al tanque de distribución se procedió a la verificación de la misma en los grifos, seguidamente se procedió beberla, para establecer su calidad y uso domiciliar seguro.

Figura 53.

Adquisición de tinacos



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 54.

Construcción de base para tinacos



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Créditos: Moisés Méndez.

Figura 55.

Instalación de la base para ubicación de tinacos



Créditos: Moisés Méndez.

Figura 56.

Dosificación de solución con participación comunitaria



Créditos: Virgilio Ayala.

Figura 57.

Verificación del agua que llega a los grifos de la comunidad



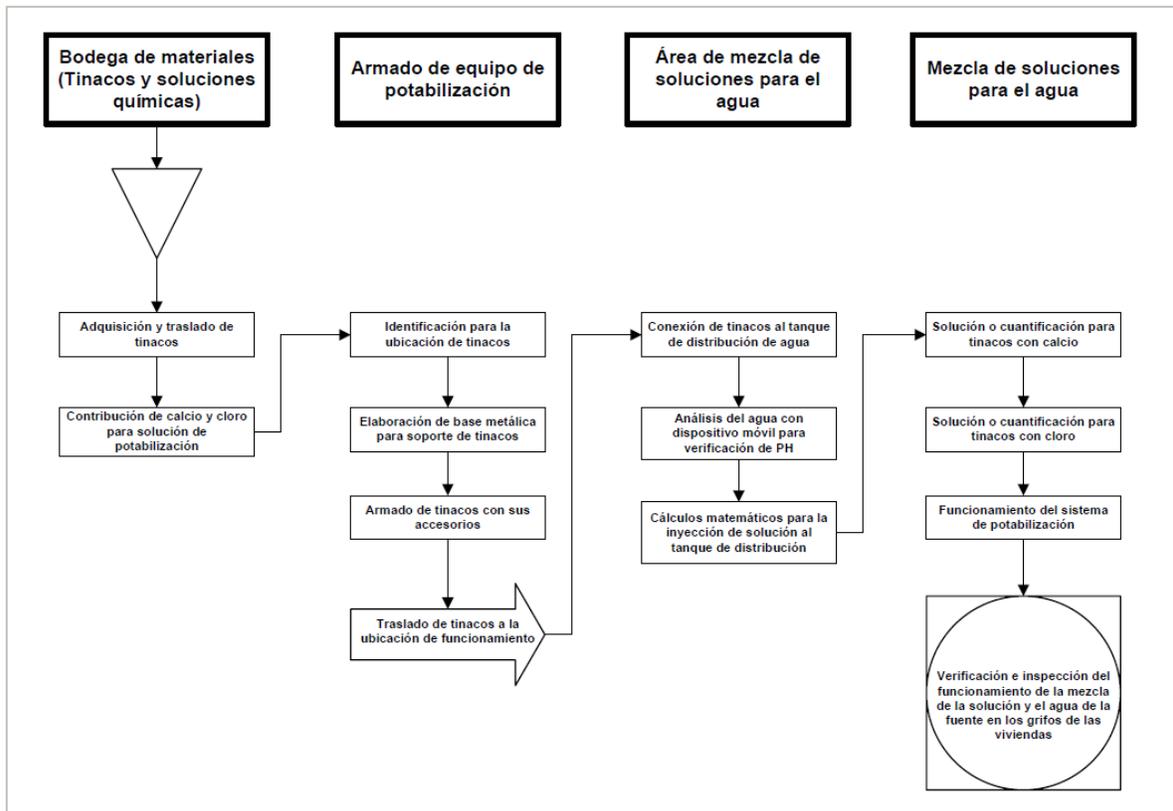
Créditos: Virgilio Ayala.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la Figura siguiente se muestra un flujograma del proceso realizado en la potabilización del agua que abastece a la comunidad meta, realizado con participación comunitaria.

Figura 58.

Diagrama de flujo del procedimiento para potabilizar el agua



Créditos: Moisés Méndez.

6.15. Procedimiento de Evaluación Ambiental Inicial Categoría C -PEAIC-

6.15.1. Presentación del procedimiento

El PEAIC, es la herramienta a utilizar para la gestión de la evaluación ambiental de un invernadero, el procedimiento involucra a dos actores: el proponente y la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales -DIGARN-. Dicho procedimiento es de índole obligatorio para la obtención de la licencia ambiental del proyecto (en este caso el cultivo y



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

cosecha de hortalizas bajo condiciones de un invernadero). A continuación, se describe el PEAIC

6.15.1.1. Proponente

- El proponente completa la información solicitada en el formulario correspondiente al trámite
- El proponente ingresa a las instalaciones y se aboca a la recepción del Departamento de Atención a la Gestión Ambiental, de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, para que le sea asignado un número
- El proponente permanece en espera a ser atendido en un periodo aproximado de 5 a 15 minutos, dependiendo la afluencia de personas que se encuentren en cola, es llamado por el sistema de filas y le es indicado el número de ventanilla en la cual será atendido
- Para la recepción, revisión y registro en el sistema, de su solicitud de Ingreso de Instrumento Ambiental categoría C, tiempo estimado del trámite 40 minutos.
- Si la solicitud es aceptada, se genera una orden de cobro.
- El proponente se dirige al banco a pagar la solicitud y regresa a la ventanilla del Departamento de Atención a la Gestión Ambiental, con una copia de la boleta extendida por el banco.

6.15.1.2. Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales -DIGARN-

- Se traslada el instrumento ambiental al Departamento de Calidad Ambiental
- El jefe del Departamento de Calidad Ambiental, asigna a un asesor ambiental para el proceso de análisis y revisión, (o bien es enviado a la Dirección de Coordinación Nacional para su respectivo traslado a la Delegación a donde pertenezca el proyecto).
- De ser necesario, la solicitud se traslada a otras instituciones para solicitar opiniones técnicas cuando aplica.
- Se solicitan ampliaciones de instituciones vinculantes si las hay, junto con las del asesor ambiental.

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Retorno a la institución vinculante cuando el proponente entrega las ampliaciones solicitadas.
- Se continúa con el análisis del instrumento y emisión del dictamen técnico del asesor ambiental.
- Se devuelve el instrumento ambiental al administrador de la base de datos para que el dictamen sea ingresado en la base de gestión.
- El administrador de la base de datos traslada el instrumento ambiental al área de procuración.
- El procurador asignado elabora la resolución y la traslada para firma y revisión al jefe del Departamento de Calidad Ambiental.
- Se hace el traslado del instrumento ambiental al administrador de la base de datos para que ingrese la resolución en la base de gestión.
- El administrador de la base de datos traslada al archivo el instrumento ambiental.
- Luego el responsable del archivo, traslada la resolución a la ventanilla de notificaciones y resguarda el instrumento ambiental.
- Finalmente, la ventanilla de notificaciones entrega cédula de notificación al proponente.

Tabla 11.

Evaluación del impacto ambiental categoría C

No.	Descripción	Envasado de agua	Cultivo de tilapia	Invernadero
1	INFORMACIÓN GENERAL			
1.1	Información del proyecto			
	Nombre	X	X	X
	Dirección donde se ubica el proyecto	X	X	X
1.2	Información legal			

Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	Nombre del propietario	X	X	X
	Numero de Documento Personal de Identificación (DPI)	X	X	X
	Razón social	X	X	X
	Nombre comercial	X	X	X
	No. De Escritura Constitutiva	X	X	X
	Fecha de constitución	X	X	X
	Patente de sociedad	X	X	X
	Patente de comercio	X	X	X
	Patente de comercio (Sucursal)	X	X	X
	Finca donde se ubica el proyecto	X	X	X
	numero de RTU	X	X	X
1.3	Información de contacto del proponente			
	Teléfono y correo electrónico	X	X	X
	Dirección para recibir notificaciones	X	X	X
1.4	Información de contacto de profesional de apoyo			
	Nombre, profesión, teléfono y correo electrónico	X	X	X
	No de licencia de consultor	X	X	X
1.5	Fases de desarrollo del proyecto			
	Fase de construcción	X	X	X
	Fase de operación	X	X	X
	Fase de abandono	X	X	X
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO			
	Breve descripción del proyecto	X	X	X
	coordenadas geográficas	X	X	X
2.1	Área de influencia indirecta del proyecto			



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	Norte (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Sur (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Este (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Oeste (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
2.2	Área de influencia directa del proyecto			
	Norte (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Sur (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Este (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
	Oeste (incluye descripción del entorno y distancia en metros)	X	X	X
2.3	Exposición a riesgos			
	Inundaciones		X	
	Explosión			
	Deslizamiento	X	X	X
	Erupciones			
	Derrumbes	X	X	X
	Sismos	X	X	X
	Incendios	X		
	Biológicos			X
	Otros			
2.4	Área del proyecto			



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	Área del terreno	X	X	X
	Área de ocupación	X	X	X
	Área de construcción	X	X	X
2.5	Descripción de las fases de desarrollo del proyecto			
	Fase de construcción			
	Actividades a realizar	X	X	X
	Insumos necesarios	X	X	X
	Maquinaria y equipo	X	X	X
	Horario de trabajo	X	X	X
	Contratación de personal	X	X	X
	Otros de relevancia	X	X	X
	Fase de operación			
	Actividades o procesos	X	X	X
	Materia prima e insumos	X	X	X
	Maquinaria y equipo	X	X	X
	Productos y subproductos	X	X	X
	Horarios de trabajo	X	X	X
	Contratación de personal	X	X	X
	Otros de relevancia	X	X	X
	Fase de abandono			
	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono	X	X	X
2.6	Información específica de insumos			
	Agua	X	X	X
	Combustibles			
	Lubricantes			
	Energía eléctrica	X	X	X
	Equipo eléctrico	X	X	



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	Otros (refrigerantes, agroquímicos y fertilizantes, baterías de ácido plomo, otros gases)			X
3	IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
3.1	Gases y material particulado			
3.2	fuentes radiaciones (ionizantes/no ionizantes)			
3.3	Ruido y vibraciones	X	X	
3.4	Olores	X	X	X
4	IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
4.1	Aguas residuales			
	Fase de construcción	X	X	X
	Fase de operación			
4.2	Agua de lluvia (aguas pluviales)	X		X
5	IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
5.1	Cambio de uso del suelo	X	X	X
5.2	Geomorfología			
5.3	Calidad del suelo			
	Residuos y desechos comunes	X	X	X
	Residuos y desechos peligrosos			X
	Residuos y desechos de manejo especial	X	X	X
6	IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
	Existe bosque donde se ubica el proyecto	X	X	X
	Requiere efectuar corte de árboles			X
	Afecta a la biodiversidad del área			
7	IMPACTO A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS			
7.1	Elementos socioeconómicos y culturales			



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	Etnia predominante			
	Molestia al vecindario			
	El proyecto contará con vehículos			
	Vestigio paleontológico o arqueológico			
7.2	Elementos estéticos			
	Se considera patrimonio histórico o cultural			
	Área protegida			
	Medidas para conservar en lo posible la belleza arquitectónica			
8	SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL			
	Es necesario medidas de seguridad ocupacional	X		X
9	DOCUMENTACION TECNICA Y LEGAL	X	X	X

Nota. Créditos: Nelson Calán.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.15.2. Instrumento de solicitud de nueva licencia ambiental, reposición, y renovación categoría cr, c, b2, b1, a.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

SOLICITUD DE NUEVA LICENCIA AMBIENTAL, REPOSICIÓN, Y RENOVACIÓN CATEGORIA CR, C, B2, B1, A.

Primera licencia	Reposición		
Renovación	Vigencia de licencia anterior:	del	al
Nombre del proyecto (nombre completo, según resolución)			
Dirección del proyecto (completo, según resolución)	Municipio	Departamento	
Numero de resolución aprobatoria			
Fecha emisión de resolución aprobatoria	Expediente número.		

IMPORTANTE: Si solicitó alguna enmienda en resolución final, indicar lo siguiente:

Resolución de enmienda número.	Fecha de emisión:
Descripción de enmienda:	

Indicar vigencia de seguro de caución (cuando aplique):

Fecha inicio de vigencia.	Fecha final de vigencia.
---------------------------	--------------------------

Marque con una X la información solicitada:

Categoría	Años	Costo	Categoría	Años	Costo	Categoría	Años	Costo	Categoría	Años	Costo
C	1	Q50.00	B2	1	Q1,500.00	B1	1	Q4,000.00	A	1	Q7,000.00
	2	Q100.00		2	Q3,000.00		2	Q8,000.00		2	Q14,000.00
	3	Q150.00		3	Q4,500.00		3	Q12,000.00		3	Q21,000.00
	4	Q200.00		4	Q6,000.00		4	Q16,000.00		4	Q28,000.00
	5	Q250.00		5	Q7,500.00		5	Q20,000.00		5	Q35,000.00
CR	1	Q50.00	Reposición		Costo						
							Licencia Ambiental CR, C, B1, B2 y A (vigente)		Q50.00		

Para emitir la orden de cobro, completar la siguiente información:

Nombre de persona / empresa			
Dirección			
Número de Identificación Tributario (NIT):	Teléfono:		



Informe final de Proyecto de Investigación 2024



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Yo: _____ declaro:

- a) Que me comprometo a cumplir con todas las medidas de control ambiental, medidas de mitigación, planes de gestión ambiental, compromisos ambientales establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y de no cumplirlos me someto a las disposiciones legales que corresponda.

Firma _____

Guatemala _____ de _____ 20 _____

Requisitos a presentar:

1. Carta original firmada por representante legal, solicitando exoneración según acuerdo gubernativo. (cuando aplique).
2. Carta original firmada por representante legal, solicitando reposición de la licencia ambiental.
3. Copia simple de documento personal de identificación (en caso de renovación cuando se realizó cambio de proponente).
4. Fotocopia boleto de pago de trámite.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

6.16. Análisis FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la actividad productiva: cultivo y cosecha de tomate bajo condiciones de un invernadero

6.16.1. Fortalezas

Organización comunitaria

- Se cuenta con una organización sujeta a la Ley de Consejo de Desarrollo -CODEUR-, debido a que está reconocida y avalada por la Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez
- La comunidad cuenta con talento humano para el desarrollo del proyecto

Trabajo en equipo

- **Operativa:** se desarrollan actividades comunitarias en el marco de la ejecución del proyecto de investigación
- **Técnica:** relación interinstitucional, como el respaldo legal de la Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez, el COCODE, la Pastoral Social Arquidiocesana de Los Altos, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la Dirección General de Investigación y en Centro de Investigaciones de Ingeniería, ambas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Agua potable

- La identificación y caracterización del agua, cuyas condiciones no eran óptimas para el consumo humano
- La evaluación y análisis físico químico sanitario y bacteriológico, practicado en el Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria, del Centro de Investigaciones de Ingeniería
- La comunidad ahora cuenta con agua potable para el consumo humano



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Invernadero

- Identificación de los factores favorables y no favorables del manejo del sistema de invernadero (experimental)
- La puesta en marcha del proyecto, ha abierto la puerta a la seguridad alimentaria, al proveer de alimentos a las familias de la comunidad
- El invernadero experimental, provee las condiciones técnicas para seguir desarrollando pruebas con la producción de otros alimentos

6.16.2. Oportunidades

Organización comunitaria

- Mejoramiento económico de las familias de la comunidad, en relación al ahorro por el auto consumo de las hortalizas producidas, a través del invernadero experimental
- Interés de la comunidad por dar continuidad a las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto de investigación
- Sostenibilidad del proyecto productivo para el auto consumo
- Inicialización de un emprendimiento de proyecto productivo, para la comercialización en los mercados locales

Trabajo en equipo

- Mantener la relación de trabajo con el equipo de investigadores, para la coordinación de acciones de seguimiento
- Con la puesta en marcha del proyecto de investigación, buscar que la Municipalidad de San Martín Sacatepéquez avale, certifique y acredite los procesos de coordinación en la comunidad
- Con la puesta en marcha del proyecto de investigación, buscar que la Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez, facilite las condiciones para la obtención en calidad de usufructo y/o donación del terreno comunitario, para la consecución del proyecto en



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

mención, y el emprendimiento para nuevos proyectos, que impliquen la construcción de invernaderos

- Fortalecimiento de capacidades instaladas para la formación de las nuevas generaciones de la comunidad, para la consecución del proyecto de investigación y otros procesos

Agua potable

- La ampliación del actual sistema de almacenamiento de agua, para el aprovechamiento del rebalse del tanque de distribución
- Aprovechamiento del agua potable de rebalse para una futura actividad productiva, consistente en envasado y su comercialización
- Aprovechamiento del agua proveniente del manto hídrico, propiedad de la comunidad, para una actividad productiva consistente en el cultivo y comercialización de tilapia

Invernadero

- Con la puesta en marcha del proyecto de investigación, desarrollar la iniciativa de la auto construcción de nuevos invernaderos para el cultivo de otros alimentos, como el chile pimiento, chile jalapeño, tomate y otros alimentos
- Creación de fuentes de empleo para los habitantes de la comunidad Nuevo San Martín
- Con la puesta en marcha del proyecto de investigación, aprender el manejo y mantenimiento, así como el cultivo y cosecha de alimentos en un invernadero convencional
- Con la puesta en marcha del proyecto de investigación, aprender el manejo y mantenimiento, así como el cultivo y cosecha de plantas medicinales, en un invernadero convencional



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Diseñar y desarrollar a futuro, líneas de producción para la transformación y comercialización de productos derivados de hortalizas y plantas medicinales, cultivadas y cosechadas bajo condiciones de un invernadero
- Diseñar y desarrollar procesos de control de calidad, en el cultivo y cosecha de hortalizas y plantas medicinales, bajo condiciones de un invernadero

6.16.3. Debilidades

Organización comunitaria

- Falta de interés de algunos integrantes de la comunidad por el seguimiento a la iniciativa del cultivo y cosecha de productos bajo condiciones de un invernadero
- Debido a que el proyecto es de resultados a largo plazo, algunos de los integrantes de la comunidad, no pueden dedicar parte de su tiempo al mantenimiento operativo del proyecto, por razones de responsabilidades en el hogar, especialmente en la obtención de recursos económicos
- La falta de recursos económicos de la comunidad, para dar continuidad al desarrollo de la iniciativa de cultivo y cosecha de alimentos y plantas medicinales bajo condiciones de un invernadero

Trabajo en equipo

- Por falta de interés de algunos integrantes de la comunidad, no se le dé seguimiento a la ejecución de proyectos de interés para la comunidad
- Falta de comunicación con las organizaciones afines al proyecto, como Municipalidad de San Martín, Sacatepéquez, el COCODE, la Pastoral Social Arquidiócesis de Los Altos, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la Dirección General de Investigación y el Centro de Investigaciones de Ingeniería, ambas de la Universidad de San Carlos de Guatemala



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Agua potable

- Por falta de interés de algunos integrantes de la comunidad, no se cumpla con el procedimiento de potabilización del agua
- Falta de recursos para la cobertura de los costos del monitoreo y evaluación periódica del agua, realizada por laboratorios competentes
- Por falta de recursos económicos, no se pueda acceder a la adquisición de los productos químicos para la potabilización del agua

Invernadero

- Falta de conocimientos básicos para el mantenimiento y operación de invernaderos
- No se cuenta con un plan de manejo técnico de nutrición y prevención vegetal de hortalizas en función de la seguridad alimentaria
- Alto costo para la comunidad de la instalación de un invernadero convencional y sus accesorios

6.16.4. Amenazas

Organización comunitaria

- Baja cosecha de hortalizas en época de verano por la reducción del caudal del manto hídrico
- Falta de interés de algunos integrantes de la comunidad de darle seguimiento a proyectos de actividades productivas, debido a la escasez de recursos económicos
- La sostenibilidad del proyecto productivo para el auto consumo, puede verse afectado en época de verano por la reducción del agua
- Falta de conocimiento de emprendimiento y comercialización de productos bajo condiciones de un invernadero

Trabajo en equipo

- Cambio de temáticas y/o líneas de investigación de las agencias de cooperación para proyectos de investigación



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- La transición de gobiernos municipales, afecte los procesos y condiciones para la obtención en calidad de usufructo y/o donación del terreno comunitario, para la consecución del proyecto en mención y el emprendimiento para nuevos proyectos, que impliquen la construcción de invernaderos
- La interrupción de la formación de las nuevas generaciones de la comunidad para la consecución del proyecto de investigación y otros procesos, puede verse afectada de manera indefinida, por los efectos colaterales de la migración

Agua potable

- Falta de capacidad instalada para el aprovechamiento del rebalse del tanque distribución
- La reducción del caudal del manto hídrico, puede afectar alguna posible actividad productiva a futuro como, por ejemplo, el envasado y comercialización de agua potable y, el cultivo de tilapia

Invernadero

- Por falta de recursos económicos, la comunidad se vea imposibilitada para desarrollar la iniciativa de la auto construcción de nuevos invernaderos para el cultivo de alimentos, como el chile pimiento, chile jalapeño, tomate y otros
- La falta de empleo ha obligado a las personas a optar, como única opción, la migración
- La falta de acceso a la formación de manejo y mantenimiento, así como el cultivo y cosecha de alimentos en un invernadero convencional, puede verse afectada
- La falta de acceso a la formación de manejo y mantenimiento, así como el cultivo y cosecha de plantas medicinales en un invernadero convencional, puede verse afectada
- Falta de formación para el diseño y desarrollo de líneas de producción para la transformación y comercialización de productos derivados de hortalizas y plantas medicinales, cultivadas y cosechadas bajo condiciones de un invernadero



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Falta de formación para el diseño y desarrollo de procesos de control de calidad en el cultivo y cosecha de hortalizas y plantas medicinales, bajo condiciones de un invernadero

7. Aspectos éticos y legales

(No aplica)

8. Resultados y discusión

Entre los resultados esperados se logró un fortalecimiento de la organización comunitaria a través de reuniones participativas sobre la propuesta y ejecución del proyecto de investigación; se propició la participación comunitaria a través de la identificación de las necesidades prioritarias en reuniones de trabajo, con la participación de profesionales, estudiantes, líderes, mujeres de la comunidad; la convivencia con la comunidad se estableció a través de la inmersión dentro de la comunidad los días que duraron las visitas, incluyendo el hospedaje y la alimentación; el intercambio de conocimientos se dio a través de las experiencias compartidas a nivel individual y colectivo sobre la realidad comunitaria; se formó a los estudiantes que participaron en el proyecto, unos como auxiliares de investigación, otros a través de sus trabajos de graduación y otros por la vía de práctica laboral; se estableció la vinculación con la comunidad, municipalidad de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, organizaciones tales como La Pastoral de la Arquidiócesis de Los Altos, y unidades académicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala tales como Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería (Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, otras secciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería).

Se diseñó y construyó un invernadero para el cultivo y cosecha de tomate y un área de cultivo de plantas medicinales.

A continuación, se muestra la producción de tomate cultivadas bajo condiciones del invernadero experimental:



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Primer corte, 06/12/2024, 2 libras
- Segundo corte, 12/12/2024, 13 libras
- Tercer corte, 26/12/2024, 34 libras
- Cuarto corte, 04/01/2025, 23 libras

Los pilones de tomate fueron adquiridos en una distribuidora en Patzicía.

Como seguimiento al proyecto, la comunidad construyó dos nuevos invernaderos, con sus recursos propios, para siembra, cultivo y cosecha de chile jalapeño y chile pimiento y el otro para el cultivo de plantas medicinales.

Entre los resultados colaterales e importantes del proyecto cabe mencionar

- a) La potabilización del agua que llega a sus viviendas, la cual incluyó la capacitación de los miembros del COCODE y de la comisión encargada del agua, el análisis del agua en el Laboratorio.
- b) La entrega de libros a la escuela comunitaria, los cuales fueron donados por diferentes personas interesadas en apoyar a los niños en su aprendizaje.
- c) La investigación abrió la puerta para una segunda probable actividad productiva, la cual consiste en el cultivo de plantas medicinales, utilizando un invernadero, lo cual condujo a llevar a cabo una exploración en diversos sectores, entre ellos: las mujeres de la comunidad Nuevo San Martín, la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos -UVIGER-, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXBE- y el Viceministerio de Seguridad Alimentaria, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

De acuerdo a la información obtenida, luego de observar las áreas y la capacidad instalada de la comunidad, se gestionó en el MAGA la donación de un lote de plantas medicinales, las cuales fueron trasladadas a la comunidad, en donde se construyó un invernadero especial para su siembra y cultivo. En la Tabla 12 se muestra las plantas medicinales obtenidas en donación.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Cabe mencionar que, el aprovechamiento de las plantas medicinales en sus derivados, abre la puerta a una investigación a futuro, considerando, como objetivos, primeramente, la salud de los miembros de la comunidad Nuevo San Martín y, seguidamente, un proceso de transformación con fines de emprendimiento.

Tabla 12.

Plantas medicinales obtenidas en donación por el MAGA

NO.	NOMBRE PLANTA	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Albahaca	Ocimum basilicum
2	Albahaca morada	Ocimum tenuiflorum
3	Ajenjo	Artemisia absinthium
4	Anís toronjil	Pimpinella anisum
5	Árnica	Arnica
6	Boldo	Peumus boldus
7	Capuchina	Tropaeolum majus
8	Chaya	Cnidoscolus aconitifolius
9	Cola de caballo	Equisetum arvense
10	Eneldo	Anethum graveolens
11	Geranio	Geranium
12	Hierba de San Juan	Hypericum perforatum
13	Higo	Ficus carica 'Mission'
14	Insulina	Chamaecostus cuspidatus
15	Ixbut	Euphorbia lancifolia
16	Kalonchoe	Kalonchoe pinnata
17	Lengua de suegra	Dracaena trifasciata
18	Malva	Malva
19	Manzanilla	Chamomilla
20	Maracuyá	Passiflora edulis
21	Menta piperina	Mentha × piperita
22	Menta rastrera	Mentha pulegium
23	Milenrama	Achillea millefolium
24	Mirra	Commiphora myrrha
25	Orégano arbustivo	Origanum vulgare
26	Orégano herbáceo	Origanum vulgare ssp vulgare
27	Orégano orejón	Plectranthus amboinicus
28	Orozus	Glycyrrhiza inflata
29	Pericón	Tagetes lucida
30	Romero	Salvia rosmarinus
31	Ruda	Ruta graveolens
32	Sábila	Aloe vera L.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

33	Salvia	Salvia officinalis
34	Sauco	Sambucus
35	Te de limón	Cymbopogon citratus
36	Té verde	Camellia sinensis
37	Verbena	Verbena officinalis L.
38	Vicks	Plectranthus coleoides c.v. mintleaf
39	Weis	Shinnersia rivularis Weiss-Grün.

Nota. Las plantas se adquirieron por medio de gestiones en el MAGA y se trasladaron a la Comunidad meta, donde los comunitarios las sembraron cerca del invernadero experimental. Elaborado por Virgilio Ayala, realizado en Word.

9. Propiedad intelectual

(No aplica).

10. Beneficiarios directos e indirectos

Tabla 13.

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
Fortalecimiento del COCODE de la comunidad a través de reuniones de trabajo	Comunidad de Nuevo San Martín, Quetzaltenango	Una comunidad	Comunidades rurales en similares condiciones en diferentes áreas de la República de Guatemala	1.5 millones de habitantes
Cooperación al cumplimiento de metas e indicadores de los ODS's relacionados con el proyecto	Comunidad Nuevo San Martín	125 habitantes	Comunidades rurales en similares condiciones en diferentes áreas de la República de Guatemala	8 comunidades de San Martín Sacatepéquez y 12 de Colomba Costa Cuca
Fortalecimiento a la economía de la comunidad	Comercios de verduras en las cercanías	2 mercados	Tiendas de barrio Distribuidores de verduras	20 08
Fortalecimiento a la economía local	Comunidades aledañas a Nuevo San Martín	6 comunidades	Comunidades de San Martín Sacatepéquez	7
Fortalecimiento a la calidad y potabilización del agua	Comunidad Nuevo San Martín, Sacatepéquez	2 comunidades	Comunidades aledañas a Nuevo San Martín	6 comunidades



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

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
Plantas medicinales	Comunidad Nuevo San Martín, Sacatepéquez	125 habitantes	Comunidades aledañas a Nuevo San Martín	6 comunidades
Biblioteca	Escuela de Educación Primaria de la Comunidad Nuevo San Martín, Sacatepéquez	125 habitantes	Escuelas y colegios de educación primaria de las comunidades aledañas a Nuevo San Martín	Escuelas de y colegios de 6 comunidades

Nota. Identificación de personas e instituciones beneficiadas directa e indirectamente con los resultados del proyecto de investigación. Elaborado por Moisés Méndez, realizado en Word.

11. Estrategia de divulgación y difusión de los resultados.

Tabla 14.

Estrategia de divulgación y difusión de los resultados del proyecto de investigación

	Sí	No
Presentación TV		
Entrevistas radiales	X	
Podcast		
Entrevista DIGI		
Recursos audiovisuales		
Congresos científicos nacionales o internacionales	X	
Talleres		
Publicación de libro		
Publicación de artículo científico	X	
Divulgación por redes sociales institucionales		



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Presentación pública		
Presentación autoridades USAC		
Presentación a beneficiarios directos	x	
Entrega de resultados	x	
Docencia en grado		
Docencia postgrado		
Póster científico		
Trifoliales		
Conferencias		
Otro (describa)		

Nota. Divulgación y difusión de los resultados del proyecto de investigación a través de los medios disponibles. Elaborado por Moisés Méndez, realizado en Word.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

En la siguiente Figura se muestra la divulgación para entrevista sobre los resultados del proyecto de investigación en Radio Universidad 92.1 FM, organizado por la Dirección General de Investigación, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 59.

Entrevista radial de Ciencia y Tecnología

De dominio público.

12. Contribución a las Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND)

Tabla 15.

ODS y su relación con metas e indicadores

ODS	Meta	Indicadores
	1.4 De aquí a 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres	Los miembros de la comunidad consideran seguros, en un 100%, sus derechos sobre el



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

1	y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos y acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de la tierra y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la micro financiación	terreno, además, tienen apoyo de las autoridades municipales.
	1.5 De aquí a 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras perturbaciones y desastres económicos, sociales y ambientales	En Guatemala, la CONRED es la institución gubernamental responsable de la coordinación del riesgo de los desastres https://conred.gob.gt/
2	2.3 De aquí a 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas	La capacidad del invernadero experimental, es de 52 plantas de tomate. El área de producción es de 3m de ancho x 6m de largo x 2.4m a 3.00m de alto Se cultiva y se consumen los productos obtenidos del invernadero, y con ello economizan en sus hogares. Hay dos cortes al mes, los cuales son de 50-60 libras. Se benefician 34 hombres, 39 mujeres, 26 niños y 26 niñas, haciendo un total de 125 personas.
	2.4 De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo	El área utilizada para el invernadero experimental, el invernadero para las plantas medicinales y el nuevo invernadero para el cultivo y cosecha de chile pimiento y chile jalapeño, es de 4 cuerdas de 20m x 20m 1600 m2 El terreno disponible es de 10 cuerdas
	2.c Adoptar medidas para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios y sus	Los precios de los alimentos, en específico del tomate, varía en el mercado de San Martín cuesta Q. 4.50 la libra de tomate



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

	derivados y facilitar el acceso oportuno a la información sobre los mercados, incluso sobre las reservas de alimentos, a fin de ayudar a limitar la extrema volatilidad de los precios de los alimentos	grande, y en el mercado de Colomba Costa Cuca, el tomate pequeño cuesta entre Q. 3,50 a Q.4.00 según el tamaño. (costos del 1 de febrero de 2025)
4	4.1 De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y producir resultado de aprendizaje pertinentes y efectivos.	4.1.1 Proporción de niños, niñas y adolescentes que, a) en los cursos segundo y tercero, b) al final de la enseñanza primaria y c) al final de la enseñanza secundaria inferior, han alcanzado al menos un nivel mínimo de competencia en i) lectura y ii) matemáticas, desglosada por sexo.
6	6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	La planta de tratamiento recibe las aguas residuales de las 39 viviendas.
12	12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	Los recursos naturales, agua, aire, tierra, sol fueron concientizados a la comunidad. Hay quienes conservan tradiciones ancestrales.
	12.3 De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha	Se aprovecha el 100% de los alimentos producidos, para alimentación y para siembra.

Nota. Relación de metas e indicadores sobre la contribución del proyecto de investigación a las Prioridades Nacionales de Desarrollo. Elaborado por Moisés Méndez, realizado en Word.

13. Contribución al desarrollo de iniciativas de ley

(No aplica).



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

14. Vinculación

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería –CII-, se fortaleció la experiencia en la formulación, ejecución, dirección y gestión del proyecto de investigación realizado interna y externamente a la Universidad de San Carlos de Guatemala, así mismo, el proyecto se vinculó con instituciones gubernamentales como el Viceministerio de Seguridad Alimentaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, la Dirección de Servicios Generales y Unidades Académicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tales como la Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería (Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, otras secciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería).

15. Conclusiones

1. Se identificaron tres actividades productivas, entre las cuales se priorizó la de un invernadero para el cultivo y cosecha de tomate, con orientación experimental, con el enfoque de autoconsumo alimenticio sostenible.
2. Se determinaron los conocimientos agrícolas de los miembros de la comunidad, su experiencia de trabajo en el campo, sus capacidades de organización comunitaria, sus recursos locales, servicios e instalaciones.
3. Se evaluaron los movimientos de tierra para la construcción de un invernadero experimental y la calidad del agua.
4. Se concibió el diseño y se construyó un invernadero experimental, utilizando materiales accesibles y duraderos. Se monitoreó y midió la producción de tomate en cuatro cosechas.

16. Recomendaciones

1. Se recomienda que se desarrollen las otras dos actividades productivas identificadas, el cultivo de tilapia y el envasado y comercialización de agua para consumo humano.
2. Se recomienda la capacitación continua de los miembros de la comunidad para la adquisición de conocimientos especializados.



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

3. Se recomienda el monitoreo y evaluación continua sobre los impactos ambientales de las actividades productivas y profundizar en la gestión de riesgos.
4. Se recomienda la expansión de invernaderos para cultivo de hortalizas y plantas medicinales.

Referencias

- Abad, J. S. (2019). *Economía social y solidaria, emprendimiento social y economía popular en la sociedad post-crisis*. Ediciones Complutense.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5209/raso.65612>
- Aguera, F. O. (2013). El turismo comunitario como herramienta para el desarrollo sostenible de destinos subdesarrollados. *Nómadas*, 38(2).
https://doi.org/https://doi.org/10.5209/rev_NOMA.2013.v38.42908
- Aldana, G. A. (2018). Análisis de la demanda para la mejora de las estrategias de mercado para aumentar las ventas de una empresa dedicada a la comercialización y procesamiento de miel. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/9882>
- Alemán, A. A. (2006). Desarrollo territorial y desarrollo endógeno. *Economía y Desarrollo*, 139. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425541309005>
- Battisti Telles, L., Marcuello Servós, C., & Messias Bittencourt, J. V. (2020). Las perspectivas Latinoamericana y Europea de la Economía Solidaria. (E. Complutense, Ed.) *Revesco. Revista de Estudios Cooperativos*.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5209/REVE.69171>
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Redalyc*, 8(1).
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=274619739001>
- Calderón Farfán, J. C., Arias Torres, D., Papamija Gómez, M. N., & Quintero Tamayo, M. P. (2018). Condiciones de seguridad alimentaria en una comunidad indígena de Colombia. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 28(4).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0103-73312018280405>
- Calvente, A. M. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *UAIS Sustentabilidad*.
<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Cevallos Suarez, M., Urdaneta Ortega, F., & Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. *Revista de Ciencias Sociales*(3).
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/280/28060161012/html/>
- Cruz W, W., Peñarete M, D., & Durango L, R. (junio de 2024). Diseño de invernadero para cultivo de vegetales. *MUTIS*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21789/22561498.1946>
- Eralte, A. (2018). ¿Que son los invernaderos? <https://arquigrafico.com/que-son-los-invernaderos/>.
- Espín Maldonado, W. P., Bastidas Aráuz, M. B., & Durán Pinos, A. (2017). Propuesta metodológica de evaluación del balance social en asociaciones de economía popular y solidaria del Ecuador. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa.*, 90, 123-157. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.90.9240>
- Favier, J., & Favier, N. (2019). Sin Desperdicio: Planteo del Problema “La comida no se tira”. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/816-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3122-1-10-20190612.pdf>
- Fuentes, B. J. (2022). La economía social y solidaria como alternativa para la superación de la pobreza rural: análisis de una experiencia en Guatemala. (D. d. Rural, Ed.) Univesidad Federal de Vicoso.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.307>
- García, A. C. (2018). Impactos sociales, económicos y medioambientales derivados de la pérdida y el desperdicio de alimentos. *PRZEGLĄD PRAWA ROLNEGO*.
<https://doi.org/10.14746/ppr.2018.23.2.9>.
- González Martell, A. D., Cilia López, V. G., Aradillas García , C., Castañeda Dais de León, A., De la Cruz Gutiérrez, A., & Zúñiga Bañuelos, J. (2019). La seguridad alimentaria y nutricional en una comunidad indígena de México. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. <https://doi.org/DOI:10.14642/RENC.2019.25.3.5289>
- Guerrero . (s.f.). Descubriendo los secretos nutricionales de la tilapia:
<https://congeladosguerrero.es/blog/tilapia/>
- Guerrero. ((s.f.)). Descubriendo los secretos nutricionales de la tilapia.
<https://congeladosguerrero.es/blog/tilapia/>
- Guerrero, S. (2012). Microclima. *La guía*.
<https://geografia.laguia2000.com/general/microclima>



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- INE. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda de Estadística*. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala:
<https://censo2018.ine.gob.gt/>
- Jaramillo Noreña, J., Rodríguez, V. P., Guzman, M., & A. Zapata, M. (2006). *El cultivo de tomate bajo invernadero*. Centro de Investigación La Selva. Antioquia, Colombia: CORPOICA.
- Landa, C. A. (2018). Alimentos y gastronomía de cercanía: ¿un valor en alza? *Nutrición Hospitalaria*, 35. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20960/nh.2124>
- Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., & Balsley, J. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. *U.S. Geological Survey Circular 645*.
- Luna, V. M. (2013). Pobreza en el capitalismo ¿Por qué persiste en la actualidad? *Ecos de Economía*, 17(37), 83-107.
- MAGA. (4 de octubre de 2024). *Invernaderos*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación : <https://guatemala.gob.gt/invernaderos/>
- Martinoska, S., & Sekulovska, M. (2001). Factors which affect gastronomy development in the future. <http://eprints.uklo.edu.mk/649/1/65.pdf>
- Méndez Garza, S. M. (2011). ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL PLAN DE MEJORA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE CHAMPERICO, RETALHULEU, GUATEMALA. Guatemala, Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de estudios de postgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3912.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2024). *Perfil de la Tilapia (Oreochromis niloticus)*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
<https://precios.maga.gob.gt/archivos/perfiles/Perfil%20Tilapia.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (Mayo de 2024). Perfiles de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*. <https://precios.maga.gob.gt/archivos/perfiles/Perfil%20Tilapia.pdf>
- Municipalidad de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. (s.f.). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial*. Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala.
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

- Pérez, E. (2014). La participación Comunitaria en la conservación del Medioambiente: clave para el desarrollo local sostenible. *Revista DELOS*, 7(21).
- Plan Nacional de Desarrollo: K'atun Nuestra Guatemala 2032. (2014). *Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo*.
<https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-katun-nuestra-guatemala-2032>
- Quiñónez de la Cruz, F. J., Mendéz Garza, S. M., & Ayala Zapata, E. V. (2021). Determinación del estado actual de la comunidad Nuevo San Martín, Quetzaltenango, Guatemala, en época de la pandemia COVID-19: Como premisa para el abordaje de un modelo de desarrollo sostenible comunitario. *Revista Internacional de Sostenibilidad*, 4. <https://doi.org/10.18848/2642-2719/CGP/v04i01/1-12>
- Ramírez N., V. M., Peñuela S., L. M., & Pérez R., M. (2017). Organic waste as an alternative feeds for pigs. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2). <https://doi.org/10.22267/rcia.173402.76>
- Rezaei, M., & Liu, B. (2017). FOOD LOSS AND WASTE IN THE FOOD SUPPLY CHAIN. *Feature Articles*. <https://www.fao.org/3/bt300e/BT300E.pdf>
- Rojas Vargas, J., Monge Fernández, Y., & Fernández Hidalgo, K. (2020). Desperdicios de alimentos (DA) en sodas concesionadas de una Universidad Pública en Heredia, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1).
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i1.5029>
- Sámano Rentería, M. Á., & Baca del Moral, J. (2017). Agricultura multifuncional y políticas públicas en México. <https://doi.org/ISBN:978-607-12-0491-2>
- SEGEPLAN-, S. d. (2005). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Presidencia de la Republica de Guatemala.
- Valenxi, S. (2011). Ventilation in greenhouse. *Azrom*. <https://azrom.com/technology-highlights/ventilation-ingreenhouses>
- Vargas, S. B. (2009). Ruralidades Emergentes y Dinamicas Territoriales: Nuevas Percepciones y Medios de Vida. *Revista Eleuthera*, 3. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=585961832009>
- Weather Atlas. (2024). *Clima y previsión meteorológica mensual San Martín Sacatepéquez, Guatemala*. <https://www.weather-atlas.com/es/guatemala/san-martin-sacatepequez-clima>



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Zambrano , F., Trujillo, E., & Solórzano, C. (2015). Desarrollo rural sostenible: una necesidad para la seguridad agroalimentaria en Venezuela. Sustainable rural development: a need for agro-food security in Venezuela. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 3(1).
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1743-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11409-1-10-20200907%20(2).pdf

Declaración del coordinador del proyecto de investigación

El coordinador de proyecto de investigación con base en el Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación, artículos 13 y 20, dejo constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordino ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

<p>MSc. Ing. Saulo Moisés Méndez Garza Coordinador del proyecto</p>	 Firma
<p>Fecha: 28/02/2025</p>	

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 13 y 19 del Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación otorgo el aval al presente informe final de las actividades realizadas en el proyecto Investigación en actividades productivas sostenibles en una comunidad rural de Quetzaltenango, utilizando el método científico, en mi calidad de Directora del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la



Informe final de Proyecto de Investigación 2024

Universidad de San Carlos de Guatemala, mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

<p>Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales</p> <p>Directora CII</p>	 <p>Firma</p>
<p>Fecha: 28/02/2025</p>	

Aprobación de la Dirección General de Investigación

<p>Vo.Bo. Inga. Liuba Cabrera</p> <p>Coordinadora de programa universitario de investigación</p>	 <p>Firma</p>
<p>Fecha: 28/02/2025</p>	

/Digi2024