

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



INFORME FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZACIÓN
IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA LA COSECHA Y CONSERVACIÓN DE MICROORGANISMOS
DE MONTAÑA SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL Y DE PRÁCTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PRESENTADO POR:

JOSELYN ABIGAIL REYES LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



**IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA LA COSECHA Y CONSERVACIÓN DE MICROORGANISMOS
DE MONTAÑA SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL Y DE PRÁCTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

POR:

JOSSELYN ABIGAIL REYES LÓPEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA 26 DE ENERO DE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

M.Sc. NELSÓN BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

M.Sc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

M.Sc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENSIO

DOCENTES DIRECTORES

M.Sc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENSIO

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

ING. AGR. JUAN GERARDO MARROQUÍN REINA

RESUMEN.

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, ubicada en San Luis Talpa, El Salvador, durante el período de agosto 2024 a diciembre de 2024. El objetivo fue identificar sitios adecuados para la recolección y conservación de microorganismos de montaña sólidos, con el fin de elaborar biofertilizantes naturales que puedan sustituir el uso de agroquímicos en la agricultura local. El procedimiento metodológico consistió en visitas semanales durante cinco meses para localizar hojarascas en estado de descomposición, que fueron recolectadas en cuatro sitios distintos con condiciones apropiadas para el crecimiento microbiano. Posteriormente, los microorganismos fueron conservados mediante una mezcla de pulimento de arroz y melaza, y se almacenaron en recipientes plásticos durante 30 días. Tras este proceso, uno de los sitios fue activado en un sistema de fermentación para su posterior uso como biofertilizante.

Los resultados indicaron que, al final del proceso de conservación, los microorganismos de montaña conservados lograron una actividad microbiana efectiva. La implementación de esta práctica permitirá reducir el uso de fertilizantes químicos, disminuyendo los costos de producción agrícola y mejorando la sostenibilidad del medio ambiente.

La correcta identificación de los sitios y la conservación de microorganismos de montaña es clave para desarrollar una alternativa ecológica y económica para la agricultura. El uso de biofertilizantes contribuirá al control de plagas, la mejora de la fertilidad del suelo, la mitigación de los efectos del cambio climático y la producción de alimentos más saludables.

Palabras clave: microorganismos de montaña, biofertilizantes, conservación, agricultura sostenible, El Salvador.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecerle a **Dios** quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante en todo este proceso de poder cumplir con un sueño más.

A mí Mamá Doris, por tanto, amor, sacrificio y dedicación en todos estos años, por acompañarme en cada paso que he dado, y por qué gracias a ella he llegado hasta aquí y que ahora desde el cielo me ilumina para poder seguir adelante con cada uno de mis proyectos, ya que ha sido mi mayor motivación para no rendirme.

A mí Papá Miguel, por todo su amor y apoyo que me ha brindado todo este tiempo y sus palabras de aliento para nunca rendirme y recordarme siempre que los sueños son posibles y motivarme a cumplirlos.

A mí hermano Calo, que ha sido mi mayor mentor y mi mayor ejemplo de superación en todo este proceso, gracias por confiar en mí y por ayudarme en cada paso que he dado también por todas las veces que te desvelaste conmigo apoyándome en mis trabajos, gracias por ser mi motivo de superación por transmitirme cada uno de tus conocimientos y llevarme paso a paso en mi aprendizaje, gracias por todo el amor que me das y por nunca dejarme sola.

A mis tías Ana y Sofía, gracias por ser parte de mi vida y por todo el amor y apoyo que me han brindado toda mi vida.

A mis amigos Sofía, Omar y Nerib, por todo el apoyo incondicional y moral que me brindaron y por qué nunca me han dejado sola en los momentos difíciles, gracias por tomarse el tiempo en ayudarme con mis trabajos.

A nuestra Alma Mater, por darme la oportunidad de poder cumplir uno de mis sueños, terminar mi carrera universitaria.

A Warner, por todo su apoyo en el proceso, por sus consejos y por ser un guía para lograr mis objetivos.

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
2. Planteamiento del problema.....	7
3. Objetivos.....	9
3.1. Objetivo General:.....	9
3.2. Objetivos Específicos:	9
4. Estado del arte.....	10
5. Revisión bibliográfica.....	12
5.1. Proceso de producción de microorganismos de montaña.....	12
5.2. La fertilidad de los suelos.....	12
5.3. Descripción de la tecnología	13
5.4 ¿Cómo reproducir microorganismos de montaña? (MM Sólidos)	13
5.4.1. Microorganismos de montaña de forma anaeróbica. (Sin oxígeno)	13
5.4.2. Microorganismos de montaña de forma aeróbica (Con oxígeno)	14
5.4.3. Captura de microorganismos de montaña mediante trampas.....	15
5.4.4. Captura y Reproducción	15
5.4.5. ¿Por qué los microorganismos son tan importantes en la elaboración de los abonos orgánicos?	16
5.4.6. Composición de los microorganismos de montaña	17
5.4.7. Hábitat natural de los microorganismos de montaña	17
5.4.8. Funciones principales de los microorganismos de montaña	17
5.4.9. Ventajas del uso de microorganismos de montaña en la agricultura	18
6. Metodología	19

6.1. Lugar de estudio	19
6.2. Material y equipo.....	20
6.3. Descripción del método.....	20
6.4. Primer punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia abundante Bambú).....	22
6.5. Segundo punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia árbol de amate)	23
6.6. Tercer punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia Almendro de río)	23
6.7. Cuarto punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia árbol de Madre Cacao)	24
7. Resultados y Discusión	26
8. Conclusiones.....	31
9. Recomendaciones.....	32
10. Bibliografía.....	33
11. Anexos	35
A-1 Diagrama de trampas para microorganismos.....	35
A-2 Proceso de compostaje	35
A-3 Primer punto de recolección de microorganismos de montaña sólidos	36
A-4 Segundo punto de recolección de microorganismos de montaña	37
A-5 Tercer punto de recolección de microorganismos de montaña	38
A-6 Cuarto punto de recolección de microorganismos de montaña	39
A-7 Activación de microorganismos de montaña sólidos	40

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

Figura 1. Ubicación de Google Earth de EEP.....	19
Figura 2. Ubicación de EEP.....	19
Figura 3. Mezclando materiales.....	22
Figura 4. Triturando hojarasca.....	23
Figura 5. Mezclando materiales.....	23
Figura 6. Identificación de MM.....	24
Figura 7. Lote La Laguna.....	24
Figura 8. Recolectando MM.....	24
Figura 9. Agregando los MM conservados.....	25
Figura 10. Proceso de liberación de gases.....	25
Figura 11. Lote La Ceiba.....	27
Figura 12. Cultivo de Bambú.....	27
Figura 13. Árbol de Amate.....	27
Figura 14. Material con MM.....	27
Figura 15. Lote La Laguna.....	28
Figura 16. Recolección de material con MM.....	28
Figura 17. Lote El Limón.....	29
Figura 18. Tallo con presencia de MM.....	29
Figura 19. Mapa de vegetación de EEP.....	30
Figura 20. Diagrama de elaboración de trampas para M.....	41

Figura 21. Proceso de compostaje.....	41
Figura 22. Identificación de MM.....	42
Figura 23. Recolección de MM.....	42
Figura 24. Pesando hojarasca.....	42
Figura 25. Mezclando materiales.....	42
Figura 26. Coordenadas de Lote La Ceiba	42
Figura 27. Compactando mezcla.....	42
Figura 28. Recolectando MM	43
Figura 29. Triturando hojarasca.....	43
Figura 30. Mezclando materiales.....	43
Figura 31. Compactando mezcla de MM.....	43
Figura 32. Coordenadas de Lote El Almendro.....	43
Figura 33. Conservación de MM.....	43
Figura 34. Identificación de MM.....	44
Figura 35. Lote La Laguna.....	44
Figura 36. Agregando melaza.....	44
Figura 37. Mezclando materiales.....	44
Figura 38. Coordenadas de Lote	44
Figura 39. Agregando materia.....	44
Figura 40. Identificación de MM.....	45
Figura 41. Presencia de MM.....	45

Figura 42. Recolectando MM.....	45
Figura 43. Mezclando materiales.....	45
Figura 44. Coordenadas Lote El Limón	45
Figura 45. Presencia de MM en tallo.....	45
Figura 46. MM conservados	46
Figura 47. Pesando MM	46
Figura 48. Cortando saco para MM	46
Figura 49. Diluyendo melaza en agua	46
Figura 50. Diluyendo la melaza	46
Figura 51. Agregando los MM conservados	46
Figura 52. Perforando tapadera de cubeta	47
Figura 53. Colocando manguera	47
Figura 54. Proceso de liberación de gases	47
Cuadro 1. Formulación recomendada.....	26
Cuadro 2. Bambú.....	26
Cuadro 3. Amate.....	27
Cuadro 4. Almendro de Río.....	28
Cuadro 5. Madre Cacao.....	28
Cuadro 6. Costos para la recolección de microorganismos de montaña sólidos.....	30

1. INTRODUCCIÓN

Los microorganismos de montaña viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, parras de bambú, lugares sombreados y sitios donde en los últimos 3 años no se han utilizado agroquímicos. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural. ((CENTA), 2024)

Para el desarrollo del presente informe se realizó la identificación de los sitios adecuados en los que se podrían localizar microorganismos de montañas solidos en La Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador.

Debido a las dimensiones del tamaño y las condiciones de las diferentes áreas de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador se consideró a bien realizar el trabajo de campo a través de visitas dos veces por semana durante cinco meses en las cuales se identificaron con algunas dificultades pero de forma exitosa las hojarasca que cumplían con las características apropiadas en estado de descomposición para cosechar los microorganismos de montaña y así proceder con la ejecución del proceso para la conservación de los microorganismos de montaña recolectados.

Para la conservación de los microorganismos de montaña primero se realizó la cosecha de la hojarasca y se separaron los microorganismos solidos para luego mezclarlos con pulimento de arroz y melaza, se colocaron en recipientes plásticos por 30 días, en total se conservaron 4 sitios diferentes y al finalizar el proceso de conservación, se activó uno de ellos diluyéndolo en agua con una libra de microorganismos conservados, en un cuarto de saco se le agregó melaza hasta diluir con el agua, se amarro y se perforó el saco y se trasladó a una cubeta que se perforó la tapa para ponerle una manguera y se dejó bajo sombra durante 30 días.

Con los resultados obtenidos de la conservación de los microorganismos de montaña se pretende concientizar a los agricultores en el país para que utilicen productos como biofertilizantes a base de la conservación de microorganismos los cuales son amigables con el medio ambiente, ayudan a controlar plagas y también brindan un beneficio económico por el bajo costo de producción con mejores resultados en las cosechas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador cuenta con un área de 143 manzanas en la jurisdicción de San Luis Talpa, la cual tiene instalaciones para la ganadería, agroindustria y en especial para la agricultura, en la cual se encuentra una gran variedad de flora y fauna, lamentablemente por lo extenso y el tamaño del terreno, se complicó mucho la identificación de los sitios en donde se puedan encontrar los microorganismos de montaña sólidos que servirán para la conservación.

La razón por la que se requiere realizar la identificación de los sitios adecuados en donde se encuentren los microorganismos de montaña sólidos es para lograr la conservación de los mismos debido a que en la actualidad muchos de los productores agrícolas utilizan fertilizantes con químicos que suelen ser dañinos para el medio ambiente e incluso para la salud.

Además, dañan la biota original del suelo, ocasionando pocos nutrientes en los alimentos que provienen del suelo arriesgando la salud humana porque los suelos que proveen un medio saludable rico en nutrientes, logran brindar tejidos vegetales que contienen la mayoría de los elementos que el ser humano requiere.

También al utilizar los típicos fertilizantes con químicos, los productores agrícolas elevan sus costos de producción porque en su mayoría son productos con un proceso más complejo de elaboración y con una demanda más alta en el mercado por la falta de conocimiento al respecto de las consecuencias de la utilización de estos fertilizantes y con el uso de biofertilizantes a base de microorganismos de montaña se lograría una disminución de los costos de producción y se incrementaría la rentabilidad de las cosechas para los productores agrícolas.

Es necesario la identificación correcta de los sitios para encontrar los microorganismos necesarios que sirvan para su conservación porque lamentablemente no en toda la zona se encuentran estos microorganismos de montaña debido a que la zona tiene que estar como mínimo 3 años sin ser expuesta a la aplicación de agroquímicos, tienen que estar en la sombra y que el lugar no tenga afluencia de personas y el sitio tiene que tener una cobertura vegetal

sin alteraciones evidentes, las hojas caídas deben tener un color oscuro-negro y en algunas partes blanquecino así se puede evidenciar un crecimiento microbiano.

Si se logra la correcta identificación de los sitios y se recolectan los microorganismos de montaña suficientes para la conservación, se lograrán elaborar biofertilizantes con un costo de producción muy económico, y que servirán de gran ayuda a los productores agrícolas para agilizar la fertilización de las cosechas sin tener que contaminar el medio ambiente, promoviendo la mitigación de los efectos del cambio climático, produciendo alimentos con más nutrientes y más sanos, controlando plagas, enfermedades, malos olores y moscas y lo mejor es que se pueden utilizar en cualquier sistema de producción agrícola.

Se pretende con la resolución de esta problemática conservar microorganismos de montaña que puedan sustituir a los productos químicos utilizados actualmente por los productores agrícolas y que logren aportar beneficios a la salud humana a través del consumo de alimentos saludables con suficientes nutrientes y que contribuya al crecimiento económico a través del incremento de producción agrícola a consecuencia de la reducción de costos para el tratamiento de las nuevas cosechas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General:

- ✓ Identificar los sitios para la cosecha y conservación de microorganismos de montaña sólidos en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador

3.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Identificar los sitios donde se alojan los microorganismos determinando el tipo de vegetación y características del suelo en los sitios de la Estación Experimental y de Practicas de la Universidad de El Salvador para encontrar la hojarasca a cosechar
- ✓ Describir la hojarasca por cada sitio encontrado con las características apropiadas en estado de descomposición en donde se pueda ubicar los microorganismos de montaña sólidos.
- ✓ Conservar los microorganismos de montaña sólidos a través de la correcta ejecución del proceso con la utilización de los materiales.
- ✓ Analizar el estado de los microorganismos de montaña identificados en cada visita realizada en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador.

4. ESTADO DEL ARTE

El CENTA en la actualidad ha desarrollado un laboratorio de Microbiología Agrícola que se encarga de realizar proyectos para atender las necesidades del agro nacional. Uno de los principales enfoques es la utilización de los microorganismos de montaña con la finalidad de obtener un beneficio en la agronomía. (Beatriz Gabriela López Linares, 2020)

Entre los proyectos que realiza esta institución se encuentra la utilización de microorganismos en la fertilidad de cultivos el cual esta desarrollado por dos fases y el objetivo es la selección de bacterias solubilizadoras de fosfato asociadas al cultivo del frijol, con el fin de contar con microorganismos nativos promisorios para el desarrollo de inoculantes que lograrían reducir y eficientizar los productos químicos.

En la primera fase se inició con la caracterización de cepas de rizobios nativos procedentes de zonas frijoleras de El Salvador, al obtenerse buenos resultados se puede continuar con la fase dos, en la cual se evaluará la capacidad de nodulación de las cepas aisladas.

Otra de las utilidades que el CENTA realiza con los microorganismos de montaña es para el control de enfermedades porque se estima que en fase líquida tienen un efecto positivo en el control de patógenos en el cultivo de tomate.

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) desde el 2022 se inició la investigación que pretende reducir la incidencia de la Roya en el café, a través de cepas microbiológicas aisladas en el laboratorio, las cuales se encuentran en fase de ensayo en campo.

También el CENTA trabaja en prácticas y obras de conservación del suelo en Tacuba, Ahuachapán con productores de la zona quienes a través de las capacitaciones que imparte esta institución aprenden diferentes métodos de conservación del suelo entre ellos el uso de microorganismos de montaña con la finalidad de restaurar y proteger los suelos, hacerlos más funcionales, reducir procesos erosivos, mejorar la estructura de los suelos, mejorar la infiltración de agua, aumentar la materia orgánica y hacer los suelos más productivos.

En el año 2022 se realizó una investigación para un trabajo de graduación en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador acerca del rendimiento productivo en la línea de pollos de engorde utilizando microorganismos de montaña líquidos adicionados en el agua de bebida.

En esta investigación se realizó una evaluación del comportamiento de los tratamientos utilizando los microorganismos de Montaña según las diferentes etapas de vida de los pollos, en la cual se demuestra que los pollos al consumir más alimentos con microorganismos de montaña si ganan más peso.

Al finalizar con la investigación el equipo recomienda: De manera general la inclusión de microorganismos de montaña en el agua de bebida suministrada a los pollos es favorable, ya que son probióticos de origen natural, más saludable y sustentable que otros tipos de sustancias químicas utilizadas en la producción avícola que pueden llegar a ser nocivas para la salud de las personas además, es una alternativa en la agroecología que presenta muchas ventajas en la producción por generar valor agregado al producto en un mercado cada vez más demandante de productos orgánicos libres de químicos.

También recomiendan el uso de microorganismos de montaña como aditivo para una mejor producción, sin embargo, se abre el debate para su obtención, debido a que el microorganismo benéfico no se encuentra en todos los lugares y debe reunir ciertos requisitos que dependiendo la zona.

Así mismo, este equipo de investigación sugiere ampliar las investigaciones acerca de los diferentes beneficios que se obtienen al utilizar los microorganismos de montaña sólidos y líquidos en diferentes especies de producción, debido a que es un tema al que se le han realizado pocas investigaciones en El Salvador. (Hernández Amaya, Brandon Saúl; Romero Reyes, Wilman Ernesto; Torres Rodríguez, Set Enoc, 2022)

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1. Definición de Microorganismos de montaña.

Los microorganismos de montaña (MM) son inóculos microbianos con altas poblaciones principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo.

5.2. La fertilidad de los suelos

Está determinada por las cantidades de materia orgánica y por la actividad microbiológica que contienen. Por lo tanto, en la agricultura, los microorganismos son fundamentales ya que en el ecosistema del suelo/planta mejoran la calidad y salud del suelo y, por ende, el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Además, pueden aumentar significativamente los efectos benéficos en prácticas agrícolas como lo son la rotación de cultivos, el uso de enmiendas orgánicas, labranza conservacionista, manejo de residuos agrícolas y combate de plagas y enfermedades, permitiendo así recuperar suelos desgastados por el uso indiscriminado de agroquímicos, al aumentar su diversidad microbial.

5.3. Proceso de producción de microorganismos de montaña.

El proceso de producción de microorganismos de montaña se da con la recolección de estos microorganismos en su ambiente natural y su posterior mezcla en la fábrica con materias primas debidamente medidas para la reproducción y conservación de los microorganismos. También, se evita la propagación de bacterias u otros organismos dañinos no deseados y luego la mezcla es almacenada en recipientes herméticos para aumentar la fermentación del sólido. (IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2023)

Estos microorganismos se encuentran en equilibrio en los suelos, ejerciendo mecanismos antagónicos contra microorganismos patógenos o dañinos a través del parasitismo, competencia, entre otros, permitiendo así que predomine una biodiversidad microbiana benéfica. Los microorganismos de montaña son beneficiosos para los suelos. (Montero, Adriana, 2015)

Bacterias fototrópicas: sintetizan sustancias útiles para las raíces, como hormonas, metabolitos y vitaminas.

Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp): producen ácido láctico que combate enfermedades en las plantas. Descomponen la lignina y celulosa presentes en la materia orgánica. Eliminan malos olores de materiales en descomposición.

Levaduras: sintetizan sustancias antimicrobianas. Actúan como hormonas naturales que promueven la activación de la división celular y el crecimiento de raíces.

Una vez obtenidos, los MM son colocados en un sustrato rico en nutrientes, y mediante ciertas condiciones de procesamiento y humedad se multiplican de forma masiva, obteniéndose así el producto tanto de forma sólida como líquida (MM sólido y MM líquido), los cuales constituyen una gran solución a los múltiples problemas que genera el manejo inadecuado de desechos orgánicos.

5.4. Descripción de la tecnología

La técnica de activación de los microorganismos de montaña (MM) se realiza posterior a tener la base sólida de los MM, los cuales ya deben contar con un mínimo de 30 días en la fase de reproducción anaeróbica (sin presencia de oxígeno), en barriles o toneles plásticos. Los microorganismos de montaña activados (MMA) son una mezcla de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos benéficos.

Los MMA ya están listos para incorporarse en el suelo, en los abonos orgánicos y como una solución que controla o suprime plagas y enfermedades en los diferentes cultivos. Las levaduras que prevalecen luego de 14 días de activados los MM son las que se utilizan para la elaboración de abono orgánico fermentado. (Hernández Amaya, Brandon Saúl; Romero Reyes, Wilman Ernesto; Torres Rodríguez, Set Enoc, 2022)

5.5 ¿Cómo reproducir microorganismos de montaña? (MM Sólidos)

5.5.1. Microorganismos de montaña de forma anaeróbica. (Sin oxígeno)

Herramientas necesarias a utilizar para la recolección de estos son las siguientes:

- ✓ Palas u hormigonera.
- ✓ Barreños y cubos para las mezclas.
- ✓ Palo o artilugio que utilizaremos como apisonador.
- ✓ Bidón o barril con cierre hermético con capacidad de 100 litros.

Materiales necesarios.

- ✓ Un quintal o 50 Kg de pulido de arroz. Se puede sustituir por Maíz.
- ✓ Un saco y medio de microorganismos de montaña. (Sacos de 40 litros, total de 60 litros aproximadamente)
- ✓ Medio galón o dos litros de Melaza. (Producto obtenido de la caña de azúcar)
- ✓ Un galón o cuatro litros de microorganismos líquidos.
- ✓ 5 kg de harina de rocas.
- ✓ La justa medida para disolver los componentes.

5.5.2. Microorganismos de montaña de forma aeróbica (Con oxígeno)

Las herramientas, materiales y las formas de mezclar, es la misma como si se hace la reproducción de microorganismos de forma anaeróbica. La diferencia está, en que la reproducción de MM se hará con oxígeno.

Con esta forma de reproducción, conseguimos microorganismos diferentes que con la forma anaeróbica.

Es importante mencionar que en la literatura existen muchos métodos y recetas para reproducir los microorganismos de montaña. Independientemente de la técnica que se use, durante su preparación, las siguientes condiciones de asepsia son esenciales para asegurar la higiene y la calidad del producto: (Montero, Adriana, 2020)

Las herramientas y recipientes deben estar totalmente limpios y desinfectados.

Se recomienda utilizar guantes al momento de manipular los microorganismos.

Se recomienda que los recipientes sean de plástico, ya que el metal con el tiempo puede oxidarse y dañar los microorganismos.

Recordemos que la materia prima para poder reproducir los microorganismos de montaña es principalmente la hojarasca de montaña o mantillo de bosque, en mezcla con una fuente de carbohidratos y azúcar.

Para reconocer los tipos de MM sobre la hojarasca de montaña en descomposición, nos podemos guiar por el color de las diferentes colonias de microorganismos (colores verdes, grisáceos, blancuzcos, entre otros) que indican su presencia.

5.5.3. Captura de microorganismos de montaña mediante trampas

Esta técnica consiste en la elaboración de trampas a partir de una fuente de carbohidratos para capturar los microorganismos de la montaña y reproducirlos en un medio líquido con una fuente de energía. La ventaja con respecto a la segunda técnica que veremos, es que en esta obtenemos los microorganismos en menor tiempo, aproximadamente 15 días entre la captura y la activación.

Capturar y reproducir estos microorganismos, ofrece al agricultor un gran beneficio pues aporta en sus suelos de cultivo una biodiversidad de microorganismos muy superior, que alimenta a los cultivos y sobre todo, fertiliza el suelo.

5.5.4. Captura y Reproducción

La manera de proceder es capturar varias muestras de manto de bosque o de montaña, de distintos lugares ricos en biodiversidad. Posteriormente se debe llevar a cabo una mezcla de dicho mantillo con salvado de arroz o de trigo, siendo el resultado obtenido distinto en cada caso. Se añadirá humedad, mediante un aporte de agua de lluvia enriquecida con melaza, panela o azúcar. Se lleva a cabo una fermentación (bidón herméticamente cerrado) de la mezcla por plazo de 20 o 30 días, y el resultado obtenido son los microorganismos de montaña sólidos, listos para fabricar con ellos abonos orgánicos líquidos y rociar cúmulos de materia orgánica (compost), suelos o cultivos.

Dado el tipo de fermentación que llevamos en la fase de cultivo (crecimiento y reproducción), vamos a experimentar una erradicación de los microorganismos aerobios, para potenciar

aquellos aerobios estrictos y anaerobios facultativos. Un ejemplo de éstos serían algunos tipos de levadura (hongos unicelulares), utilizados para fermentar pan, cerveza o vino, entre otros.

Para potenciar este tipo de microorganismos utilizaremos fuentes ricas en hidratos de carbono: salvados, harinas, rastrojos triturados. Un ejemplo de este tipo de levaduras es *Saccharomyces Cerevisae*. Otro ejemplo, serían las bacterias ácido lácticas, comúnmente conocidas como lactobacilos, por su forma de bastón.

Son aquellas capaces de transformar la lactosa en ácido láctico. Bacterias muy beneficiosas para la conservación de alimentos: como el yogur o mantequilla. Ya que reducen el PH del medio eliminando los patógenos indeseables (higienizan el medio). Para potenciar una mayor presencia de este tipo de bacterias deberemos añadir leche a nuestro sustrato de cultivo. Y otro ejemplo serían, quizá, el de las cianobacterias. (Sin Autor, 2020)

5.5.5. ¿Por qué los microorganismos son tan importantes en la elaboración de los abonos orgánicos?

Existen diferentes tipos de abonos orgánicos, tanto de forma sólida como lo son el compost y el bocashi, como de forma líquida, como los abonos orgánicos líquidos fermentados, conocidos como bioles o biofermentos, entre otros. En general, los abonos orgánicos son fertilizantes ricos en nutrientes altamente asimilables por los suelos y las plantas, provenientes de la descomposición de materiales orgánicos de origen vegetal y animal, los cuales se descomponen a través de la acción de los microorganismos en un medio húmedo y caliente.

Independientemente del tipo de abono que sea, los microorganismos juegan un papel clave en su descomposición, ya que, al alimentarse de la materia orgánica, permiten su transformación higiénica en un abono orgánico de calidad, mediante un proceso biológico “lleno de vida”. A través de la fermentación, en presencia de oxígeno y agua, los microorganismos oxidan la materia orgánica y la descomponen en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus, un producto estable y libre de patógenos.

La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. Estas condiciones de aireación y humedad que se le debe dar al procesamiento de los residuos orgánicos son

indispensables para que la materia orgánica no se pudra por la falta de oxígeno ni se liberen gases generadores de malos olores (sulfurosos, amoniacales y mercaptanos). (Montero, Adriana, 2015)

Un grupo de hongos, bacterias y otros seres buenos integran los MM. Viven en suelos que no han sido alterados. Actúan como biofertilizantes naturales, una opción amigable. Cada día se usan más en la agricultura amigable con el ambiente. Mejoran el suelo y hacen más fuertes a los cultivos.

Los MM son clave en un escenario donde mucha tierra cultivable pierde fertilidad. Aparecen como una gran esperanza, quieren revitalizar la tierra y hacer una agricultura más ecoamigable.

5.5.6. Composición de los microorganismos de montaña

Los MM son muchos y variados. Hay alrededor de 80 tipos diferentes. Entre ellos, se destacan los hongos, bacterias, micorrizas y levaduras. Los MM más notables son las bacterias que hacen fotosíntesis, Actinomycetes, bacterias que producen ácido láctico y levaduras.

5.5.7. Hábitat natural de los microorganismos de montaña

Estos microorganismos prefieren los suelos de bosques y lugares oscuros. Ahí tienen todo lo que necesitan, como mucha humedad y cosas orgánicas se puede ver fácilmente dónde están porque crean micelios blancos bajo las hojas caídas.

5.5.8. Funciones principales de los microorganismos de montaña

Los microorganismos de montaña tienen un rol vital en la agricultura verde, ayudan mucho al suelo y a lo que crece en él. Una tarea clave de estos seres es descomponer rápido lo orgánico, esto mejora el suelo y lo hace más fértil, los MM también atrapan nutrientes, ayudando a las plantas a usarlos; además, controlan a los patógenos y crean sustancias que detienen a los bichos malos y así, protegen a las plantas de enfermarse.

Los MM hacen con pasión cosas que alegran a las plantas y les dan fuerza, sus sustancias favorecen a los vegetales, haciendo que estén más sanos y rindan más. Echar MM en la tierra puede ayudar mucho; una pequeña cantidad es eficaz, en foco de mejorar los suelos, los MM

ayudan a mantenerlos buenos y esto significa que el suelo es más fértil y logra mejores resultados con el tiempo.

Otra función es que inhiben el crecimiento de microorganismos dañinos en el suelo, también se aplican los microorganismos al agua y al alimento y mejora la digestión de los animales de la granja. (Rolando Tencio, 2015)

5.5.9. Ventajas del uso de microorganismos de montaña en la agricultura

- **Mejora de la fertilidad del suelo**

Estos MM descomponen la materia orgánica rápido. Luego, les dan a las plantas los nutrientes que necesitan. Así, mejoran la tierra donde crecen, ayudando a tener cultivos más sanos. Ya muchos agricultores los usan y han visto cómo sus cosechas son mejores sin necesidad de usar tantos productos químicos.

- **Control biológico de plagas y enfermedades**

Los MM también ayudan a frenar a los microorganismos malos. Eso significa menos necesidad de usar químicos dañinos para controlar las plagas. En Costa Rica, utilizan bacterias y hongos buenos para proteger los cultivos de piña, de una manera más natural y segura.

- **Aumento de la productividad de los cultivos**

Estos microorganismos hacen que los cultivos produzcan más. Una finca en República Dominicana lo logró con MM como *Bacillus thuringiensis* y Micorrizas. Mejoraron la tierra y lucharon contra enfermedades. Así, cosecharon más sin gastar en químicos caros. Proporcionan una forma más barata de cultivar, ayudando a los agricultores a tener más ganancias. (Ana Enis Melo, 2024)

Los microorganismos de montaña sólidos pueden aplicarse en combinación con otro abono orgánico (bocashi, lombricomposta, composta); lo ideal es espolvorear el suelo donde se realizará la siembra y volver a espolvorear una capa de abono orgánico para cubrirlos de las condiciones climáticas externas. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, s.f.)

6. METODOLOGÍA

6.1. Lugar de estudio

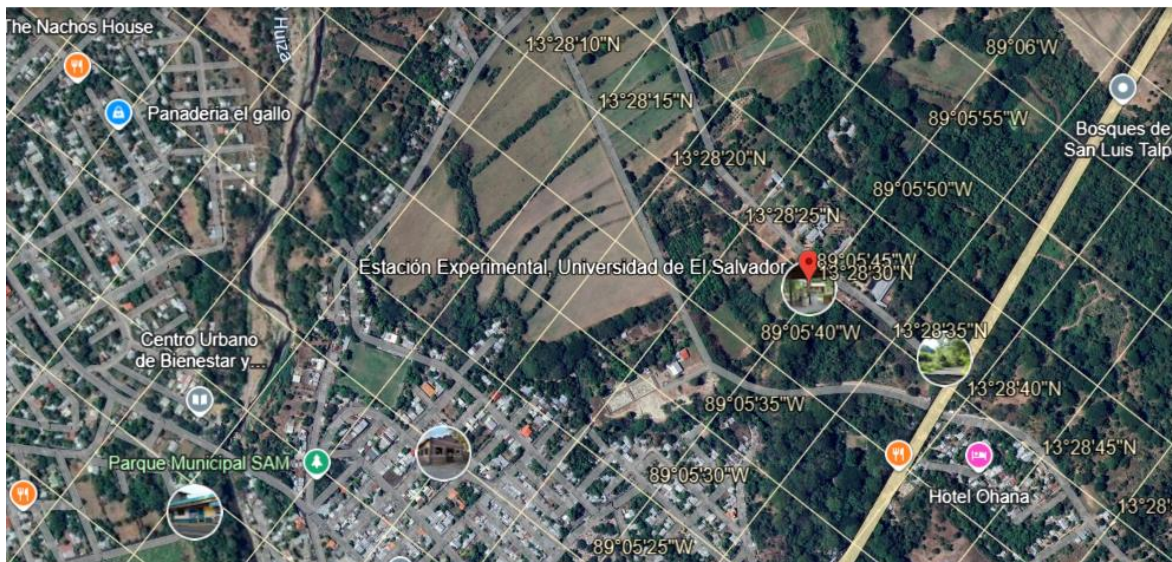


Figura 1. Ubicación de Google Earth de EEP



Figura 2. Ubicación de EEP

La Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se ubica en el Cantón Tecualuya, en el municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, posee una elevación de 50 msnm, sus coordenadas geográficas son 13°28' N de latitud y 89°06' W de longitud.

El proyecto se llevará a cabo en el lote llamado Estación Meteorológica donde se ha realizado una limpieza y la construcción de una galera para colocar los materiales e insumos a utilizar.

6.2. Material y equipo

- Recipientes de 1 galón
- Melaza
- GPS
- Pulimento de arroz
- Palas
- Hojarasca
- Guantes
- Sacos
- Corbo
- Balanza
- Carpeta

6.3. Descripción del método

Para empezar con el desarrollo de este proyecto primero se tienen que tener las bases teóricas que servirán para la correcta ejecución del procedimiento de la recolección y conservación de microorganismos de montaña sólidos ubicados en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador.

Posteriormente se han programado las visitas a la Estación Experimental y de Prácticas para realizar la evaluación de los sitios que cumplan con las características necesarias para cosechar la hojarasca, entre las características a evaluar será el tipo de vegetación de cada sitio, la capa de descomposición del suelo, destacando que la hojarasca debe tener un color café oscuro-negro y se tiene que desechar las hojas recién caídas.

En cada sitio correctamente identificado con las condiciones antes mencionadas se procederán a realizar la cosecha de la hojarasca en un saco, se procurará recolectar por lo menos un saco

por cada sitio que se logre identificar con las condiciones ideales para recolección de microorganismos de montaña sólidos.

Para poder realizar el proceso de recolección y conservación de los microorganismos de montaña sólidos se utilizarán las siguientes herramientas: Sacos, cubetas, melaza, pulimento de arroz y palas. Todas estas herramientas serán proporcionadas por la Facultad de Ciencias Agronómicas, quién se encargará de impartir las charlas teóricas para obtener el conocimiento técnico que servirá para realizar el desarrollo del proyecto de forma correcta y también estará a cargo de brindar el transporte para realizar el trabajo de campo en la Estación Experimental y de Prácticas.

Cuando se tenga recolectada la cosecha de la hojarasca se procederá a evaluar si cumplen con las características para extraer los microorganismos y este proceso se realizará cada semana y se mantendrá en observación y para la conservación se trabajará con los insumos de melaza y el pulimento de arroz.

El proceso para recolectar los microorganismos de montaña descritos por: (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, s.f.)

Primero identificar una zona natural donde podamos encontrar microorganismos de montaña. Este lugar debe ser de preferencia bosque, que no tenga aplicación de agroquímicos durante al menos tres años y que no sea un lugar de afluencia de personas; el lugar de recolección debe estar a la sombra y tener una cobertura vegetal sin alteraciones evidentes dentro del ecosistema circundante.

Luego apartar los primeros 2cm de cobertura vegetal (hojas recién caídas), para descubrir la capa en descomposición; debe tener un color café oscuro-negro y en algunas partes blanquecino, lo que evidencia un crecimiento microbiano.

Posteriormente recolectar el mantillo a partir de 2cm hasta 10 cm de profundidad, en el área necesaria hasta llenar el saco; en este suelo de montaña se encuentra el inóculo con los microorganismos que buscamos.

Otro de los procesos que se realizará para la conservación de los microorganismos de montaña sólidos según un estudio realizado de microorganismos de montaña y recuperador de microorganismos del suelo es el siguiente (Rodríguez Calampa, Nelson Yohel; Taful Torres Zaida Kiara Lusdina, s.f.)

Extracción de microorganismos de montaña después agregar la semolina y luego las hojarasca de montaña para luego agregar la melaza y terminar mezclando todo.

6.4. Primer punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia lote La Ceiba).

Para empezar, se identificó el sitio de recolección de los microorganismos y se tomaron las coordenadas luego fueron recolectadas la hojarasca y tallos con presencia de microorganismos de montaña y después se pesó la hojarasca recolectada.

Posteriormente en una carpeta se separaron piedras pequeñas y tallos de la hojarasca y se dejó bien triturada la hojarasca y luego se pesó el pulimento de arroz para las 4 libras de microorganismos, después se pesó la melaza y luego se agregó el pulimento de arroz y la melaza a los microorganismos y se mezcló todo.



Figura 3. Mezclando materiales

Finalmente, la mezcla se pasó a un recipiente plástico y se apelmazo para luego iniciar la conservación de los microorganismos por 30 días.

Ver anexos 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

6.5. Segundo punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia lote El Almendro)

Se identificó el sitio de recolección y se tomó las coordenadas, luego se recolectó la hojarasca después se separaron los tallos y demás material, se trituroó bien con las manos la hojarasca y se procedió a pesarla.



Figura 4. Triturando hojarasca



Figura 5. Mezclando materiales

Luego Se pesó el pulimento de arroz y la melaza para las 2 libras de microorganismos y se agregó el pulimento de arroz y la melaza a los microorganismos y se mezcló todo para luego trasladar la mezcla a un recipiente plástico y se apelmazo, por ultimo se dejó conservando por 30 días.

Ver anexos 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

6.6. Tercer punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia lote La Laguna)

Primero se realizó la identificación del sitio para tomar las coordenadas y se recolectó hojarasca y material con microorganismos de montaña, después se separaron los tallos de la hojarasca y se trituroó bien con las manos, luego se pesó el pulimento de arroz y la melaza para agregarle a las 2 libras de microorganismos.



Figura 6. Identificación de MM



Figura 7. Lote la Laguna

Posteriormente se realizó la mezcla de los materiales para luego ser trasladada la mezcla al recipiente plástico y se apelmazo y para finalizar se puso a conservar durante 30 días.

Ver anexos 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

6.7. Cuarto punto de identificación y recolección de microorganismos de montaña sólidos (punto de referencia lote El Limón)

Se realizó la identificación del sitio de recolección de microorganismos de montaña luego se recolectó la hojarasca y se separaron los tallos y rocas que tenía la hojarasca y con las manos se trituro bien y luego se pesó.

Continuando con el proceso se pesó la melaza y el pulimento de arroz para las 2 libras de microorganismos y luego se realizó la mezcla de los materiales y se trasladó la mezcla a un recipiente de plástico y se apelmazo y por ultimo se dejo conservando durante 30 días.

Ver anexos 32, 33, 34, 35, 36 y 37.



Figura 8. Recolectando MM

6.8 Activación anaeróbica

Posterior a los cuatro procesos de conservación de microorganismos de montaña sólidos se realizó la activación del primer proceso de conservación ya que ya había cumplido con el tiempo de los 30 días. A continuación, se detallan los pasos de la activación de microorganismos de montaña sólidos de forma anaeróbica.

Se llenó una cubeta hasta la mitad con agua luego se tomó una libra de los microorganismos sólidos ya conservados posteriormente se cortó un cuarto de un saco y se colocaron los microorganismos en él y se amarró y se le perforó al saco, luego se le agregó 1 litro de melaza al agua hasta diluir.

Después se colocaron los microorganismos en la mezcla y se perforó la tapadera de la cubeta y se le puso un grommet para ponerle una manguera pequeña luego se tapó la cubeta con presión para que no entrará oxígeno.

Finalmente, se le puso una botella de plástico con agua para la liberación de gases y se dejó bajo sombra durante 30 días.

Ver anexos 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 y 46.



Figura 9. Agregando los MM conservados



Figura 10. Proceso de liberación de gases

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar con la ejecución de los procesos descritos en la metodología para la recolección de los microorganismos de montaña sólidos ubicados en diferentes áreas de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se logró la correcta conservación durante un periodo de 30 días de la cantidad suficiente de microorganismos de montaña y se obtuvieron los siguientes resultados.

Para realizar los cálculos respectivos de los puntos de recolección se utilizó de base los siguientes datos:

FORMULACIÓN RECOMENDADA			
Material	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Microorganismos	Libra	3	60
Pulimento	Libra	2	40
Melaza	Litro	7.5	
Fuente:			

Elaborado con base en (Rodríguez Calampa & Tafur Torres, 2019)

En los siguientes datos se muestra el cálculo de las cantidades de materiales utilizadas para la conservación de microorganismos de montaña ubicadas en el punto de referencia del Bambú, las cuales lograron que el proceso de conservación culminará con éxito y se obtuviera como resultado la conservación de todos los microorganismos.

Bambú			
Material	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Microorganismos	Libra	4.29	60
Pulimento de arroz	Libra	2.86	40
Melaza	Litro	0.8	

Fecha de recolección: 08 de octubre de 2024

Para la recolección de microorganismos de montaña sólidos en el lote de La Ceiba se identificaron además del Bambú cultivos de Madre Cacao, Forestales y Eucaliptos.



Figura 11. Lote La Ceiba



Figura 12. Cultivo de Bambú

Para el siguiente punto de referencia que fue el Amate se realizaron los siguientes cálculos para determinar las cantidades exactas de materiales que se utilizaron para lograr la conservación de cada microorganismo de montaña recolectado.

Amate			
Material	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Microorganismos	Libra	2.84	60
Pulimento de arroz	Libra	1.89	40
Melaza	Litro	1	

Fecha de recolección: 12 de octubre de 2024

En el proceso de recolección de los microorganismos de montaña sólidos en el lote de El Almendro se encontró aparte de árboles de Amate en su mayoría Reserva Natural.

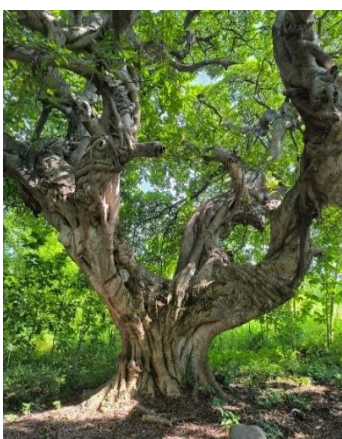


Figura 13. Árbol de Amate



Figura 14. Material con MM

Para obtener los datos de los materiales requeridos para la correcta conservación de la cantidad de microorganismos recolectados en el lote La Laguna se realizaron los siguientes cálculos.

Almendo de Río			
Material	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Microorganismos	Libra	2	60
Pulimento de arroz	Libra	1.33	40
Melaza	Litro	1	

Fecha de recolección: 15 de octubre de 2024

En este lote aparte de encontrar entre los cultivos árboles de almendo de río, también se observó Pasto Estrella y Cali, Zacate Australiano y Reserva Natural.

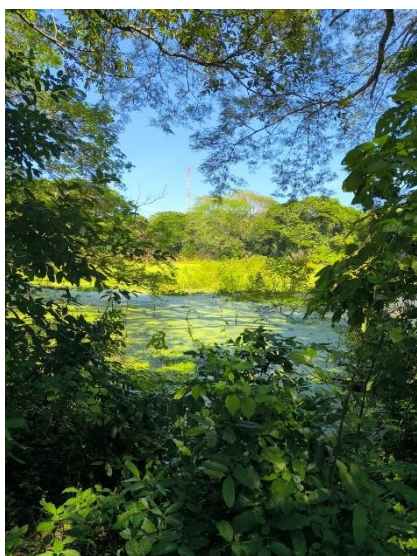


Figura 15. Lote La Laguna

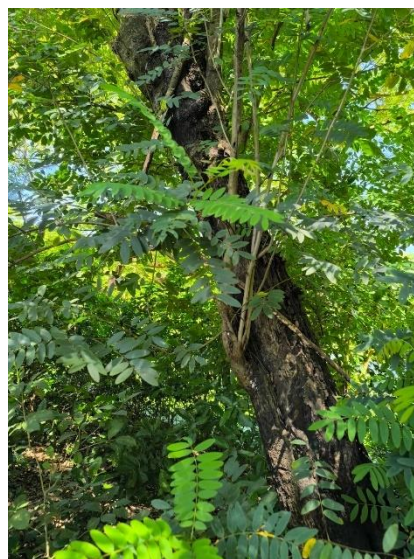


Figura 16. Recolección de material con MM

Madre Cacao			
Material	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Microorganismos	Libra	2	60
Pulimento	Libra	1.33	40
Melaza	Litro	0.8	

Fecha de recolección: 29 de octubre de 2024

En esta última tabla se muestran los cálculos realizados para conocer las cantidades correctas de materiales como el pulimento de arroz y la melaza que sirvieron para la conservación de dos libras de microorganismos sólidos recolectadas en el lote El Limón.

Cuando se realizó la recolección de estos microorganismos además de encontrar Madre Cacao también se encontraron árboles de Eucaliptos.



Figura 17. Lote El Limón



Figura 18. Tallo con presencia de MM

Para realizar el cálculo de cada uno de los datos mostrados en las tablas anteriores se trabajó en una regla de tres, basada en las cantidades (libras) de microorganismos de montaña que se recolectaron en cada uno de los puntos de referencia clasificados en estos resultados.

Con los resultados obtenidos de la primera conservación de los microorganismos de montaña durante un periodo de 30 días que fueron recolectados en el lote La Ceiba y su punto de referencia fue el cultivo de Bambú se logró crear un biol es decir un abono natural generado por la descomposición anaeróbica de materiales orgánicos, el cual es de beneficio para la tierra, para el desarrollo de las plantas haciéndolas más resistentes a las plagas y mejora la calidad del suelo. Realmente el resultado obtenido a través de este proceso es muy favorable y se logró con éxito a través de la ejecución de cada uno de los pasos que se aprendieron en todo el proceso.

Se espera que los resultados de este proyecto sirvan de motivación para los agricultores en nuestro país debido al gran beneficio ambiental y también económico que se recibe con el uso correcto de los microorganismos de montaña sólidos conservados.

A continuación, se muestra un detalle de los costos necesarios para ejecutar el procedimiento de la conservación de los microorganismos de montaña sólidos con las cantidades detalladas en los cuadros de cálculo que se han mostrado en estos resultados y así evidenciar que el costo de producción realmente es muy bajo en comparación al beneficio obtenido:

Costos para la recolección y conservación de microorganismos de montaña solidos			
Descripción	Cantidad	Costo	Total
Pulimiento de arroz	1 Arroba	\$6.67	\$6.67
Recipientes plasticos	7	\$2.79	\$19.53
Botellas de Melaza	3	\$3.15	\$9.45
Total			\$35.65

Para lograr obtener cada uno de los resultados detallados en este apartado se utilizó el siguiente mapa de vegetación en el que se muestran marcados a detalle los puntos de referencia que sirvieron de guía para la correcta recolección de todos los microorganismos de montaña en la Estación Experimental.

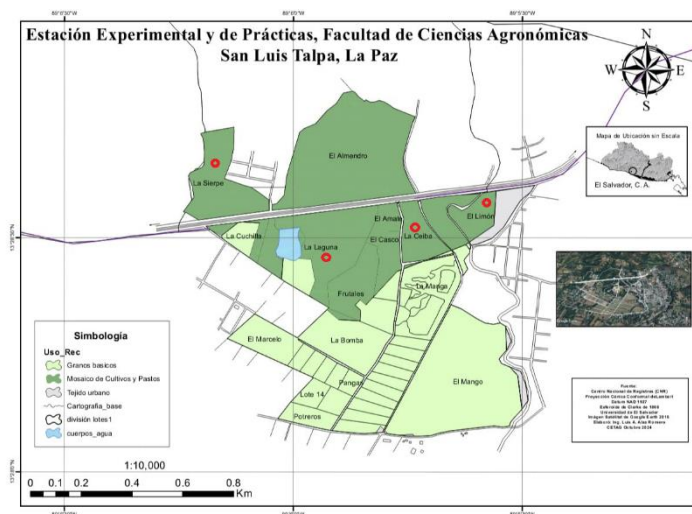


Figura 19. Mapa de vegetación de EEP Elaborado con base en: (Luis Alonso Alas Romero, s.f.)

8. CONCLUSIONES.

Al finalizar con la ejecución de los procesos para la identificación de sitios en La Estación Experimental y de Practicas de la Universidad de El Salvador para la cosecha de hojarascas con las características para la recolección de microorganismos de montaña solidos se concluye lo siguiente:

Se lograron identificar cuatro sitios con las condiciones adecuadas para la cosecha de hojarascas.

A pesar de las dificultades para la cosecha de las hojarascas por la poca existencia de las mismas en los sitios, se lograron obtener las muestras suficientes con las características que fueran de utilidad para la conservación de los microorganismos de montaña, a través de las visitas realizadas a La Estación Experimental y de Practicas de la Universidad de El Salvador dos veces por semana durante cinco meses.

Con la cosecha suficiente de hojarascas en los cuatro sitios identificados, se lograron conservar las cuatro muestras recolectadas de los sitios identificados, y por cuestiones de tiempo porque cada proceso dura 30 días se logró únicamente la activación de uno de los sitios realizando la mezcla de los materiales correctos como la melaza y el agua los cuales se diluyeron en un recipiente plástico el cual fue perforado para agregar una manguera y se dejó reposar por 30 días, después de este proceso, estará completamente conservado y listo para ser utilizado en cosechas para ayudar al control de plagas y nutrirlas para su desarrollo en un ambiente sostenible, libre de químicos.

La utilización de microorganismos de montaña conservados tiene grandes beneficios para el medio ambiente y ayudan a regenerar y mejorar la calidad del suelo de los cultivos, además de brindar un beneficio económico para los agricultores porque el costo de producción es realmente bajo a comparación de los fertilizantes químicos.

9. RECOMENDACIONES.

Se recomienda:

A cualquier agricultor o persona que quiera identificar sitios para la recolección de microorganismos de montaña, conocer muy bien las características principales en cuestión de calidad de suelo, ambiente y descomposición de la hojarasca, para lograr con éxito la recolección.

Para realizar el proceso de recolección y conservación de microorganismos de montaña sólidos utilizar los materiales adecuados y las cantidades correctas de materiales como la melaza, pulimiento de arroz y agua para que el resultado de la conservación logre los efectos esperados que ayuden a los cultivos como biofertilizantes.

En el proceso de conservación de microorganismos de montaña llevar un control semanal del progreso para la preservación de características biológicas debido a que pueden tener propiedades únicas, también sirve para tener estabilidad genética porque algunos microorganismos tienen genes que incluso pueden resistir temperaturas extremas y este control recomendado ayuda a que estos genes no se pierdan porque pueden ser claves para la correcta conservación.

A los agricultores la utilización de los procesos de recolección y conservación de microorganismos de montaña sólidos en los cultivos en sustitución a los fertilizantes químicos, para evitar la degradación del medio ambiente, y promover un ambiente sostenible en el desarrollo de los cultivos con suelos de mejor calidad y como resultado alimentos con más nutrientes, además de una rentabilidad económica mayor a los agricultores porque el costo de producción será menor y las ganancias serán mayores, cuidando siempre el medio ambiente.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Ana Enis Melo. (2024). ¿Qué son los microorganismos de montaña y para qué sirven? Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de Orgánicos Anita: <https://organicosanita.com/huerto/que-son-los-microorganismos-de-montana-y-para-que-sirven/>
- Beatriz Gabriela López Linares. (12 de 08 de 2020). Laboratorio de Microbiología Agrícola. Recuperado el 15 de septiembre de 2024, de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA: <https://centa.gob.sv/servicios/laboratorio-de-microbiologia/>
- CENTA. (12 de 08 de 2020). Laboratorio de Microbiología Agrícola. Obtenido de <https://centa.gob.sv/servicios/laboratorio-de-microbiologia/>
- Hernández Amaya, Brandon Saúl; Romero Reyes, Wilman Ernesto; Torres Rodríguez, Set Enoc. (01 de 11 de 2022). Evaluación del rendimiento productivo, en la línea de pollos de engorde Arbor Acres, utilizando microorganismos de montaña líquidos adicionados en el agua de bebida. Recuperado el 13 de septiembre de 2024, de <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/29584/1/TESIS%20MICROORGANISMOS%20EN%20POLLOS%20DE%20ENGORDE.pdf>
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2023). Producción de microorganismos de montaña sólidos. Recuperado el 07 de septiembre de 2024, de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/22533>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (s.f.). Reproducción de microorganismos de montaña. Recuperado el 22 de noviembre de 2024, de Manuales prácticos para la Elaboración de Bioinsumos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf
- Montero, Adriana. (2015). ¿Qué son los Microorganismos de montaña o MM? Recuperado el 07 de septiembre de 2024, de Instituto Nacional de Aprendizaje: <https://sway.cloud.microsoft/QkzMfA4MW1fnh5X1?ref=Link>
- Montero, Adriana. (2020). ¿Cómo reproducir los microorganismos de montaña? Recuperado el 08 de septiembre de 2024, de Instituto Nacional de Aprendizaje: <https://sway.cloud.microsoft/AJRuIOL9OB9ZpXnR?ref=Link>
- Montero, Adriana. (2015). Porque los microorganismos son tan importantes en la elaboración de abonos orgánicos. Recuperado el 09 de septiembre de 2024, de

Instituto Nacional de Aprendizaje: <https://www.inapide.ac.cr/mod/url/view.php?id=32591>

Rolando Tencio. (06 de 2015). Reproducción y aplicación de los microorganismos de montaña (MM) en la actividad agrícola y pecuaria. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de Ministerio de Agricultura y Ganadería Región Central Oriental: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1847.pdf>

Rodríguez Calampa, Nelsón Yohel; Taful Torres Zaida Kiara LUSDINA. (s.f.). Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica. Recuperado el 10 de septiembre de 2024, de Dirección General de Investigación: https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf

Romero, L. A. (s.f.). Mapa de Vegetación de la Estación Experimental y de Prácticas . Universidad de El Salvador.

Rodríguez Calampa, Nelsón Yohel; Taful Torres Zaida Kiara LUSDINA. (s.f.). Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica. Recuperado el 10 de septiembre de 2024, de Dirección General de Investigación: https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf

(14 de 12 de 2024). Cómo hacer microorganismos de montaña (MM Sólidos / MM líquidos). Recuperado el 08 de septiembre de 2024, de Esto es Agricultura: <https://estoesagricultura.com/como-hacer-microorganismos-de-montana/>

(2020). Qué son los microorganismos de montaña. Recuperado el 22 de noviembre de 2024, de El lombricero: <https://ellombricero.com/que-son-los-microorganismos-de-montana/>

11. ANEXOS

A-1 Diagrama de trampas para microorganismos



Figura 20. Diagrama de elaboración de trampas para MM

A-2 Proceso de compostaje



Figura 21. Proceso de compostaje

A-3 Primer punto de recolección de microorganismos de montaña sólidos



Figura 22. Identificación de MM



Figura 23. Recolección de MM



Figura 24. Pesando hojarasca



Figura 25. Mezclando materiales



Figura 26. Coordenadas de Lote La Ceiba



Figura 27. Compactando mezcla

A-4 Segundo punto de recolección de microorganismos de montaña



Figura 28. Recolectando MM



Figura 29. Triturando hojarasca



Figura 30. Mezclando materiales



Figura 31. Compactando mezcla de MM

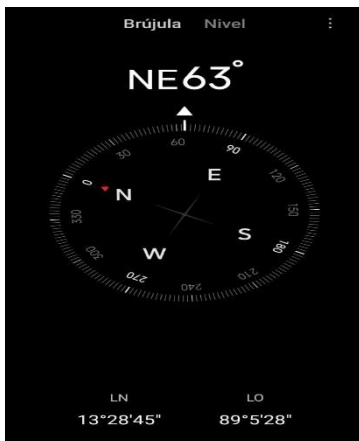


Figura 32. Coordenadas lote La Sierpe



Figura 33. Conservación de MM

A-5 Tercer punto de recolección de microorganismos de montaña



Figura 34. Identificación de MM



Figura 35. Lote la Laguna



Figura 36. Agregando melaza



Figura 37. Mezclando materiales



Figura 38. Coordenadas lote La Laguna



Figura 39. Agregando materiales

A-6 Cuarto punto de recolección de microorganismos de montaña



Figura 40. Identificando MM



Figura 41. Presencia de MM



Figura 42. Recolectando MM



Figura 43. Mezclando materiales



Figura 44. Coordenadas lote El Limón



Figura 45. Presencia de MM en tallos

A-7 Activación de microorganismos de montaña sólidos



Figura 46. MM conservados



Figura 47. Pesando MM



Figura 48. Cortando saco para MM



Figura 49. Diluyendo melaza en agua



Figura 50. Diluyendo la melaza



Figura 51. Agregando los MM conservados



Figura 52. Perforando tapadera de cubeta



Figura 53. Colocando manguera



Figura 54. Proceso de liberación de gases