

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Tesina:

“Estudio y Evaluación de las Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas del Suelo mediante la aplicación de Biorremediación y Enmiendas Orgánicas (Compost, Bocashi) dentro del Sistema de Agricultura Regenerativa.”

Por:

Samuel Hernán Pénate Navarro.

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



TÍTULO DE LA TESINA

“Estudio y Evaluación de las Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas del Suelo mediante la aplicación de Biorremediación y Enmiendas Orgánicas (Compost, Bocashi) dentro del Sistema de Agricultura Regenerativa.”

POR:

Br. Samuel Hernán Pénate Navarro.

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Ingeniero Agrónomo.

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2025.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA.

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

ING. AGR. MAECE NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

ING. MSc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DEL RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

ING. MSc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASCENCIO.

DOCENTE DIRECTOR

ING. MSc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASCENCIO.

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

ING. AGR. JUAN GERARDO MARROQUÍN REINA.

Dedicatoria.

“¿Acaso no te he ordenado yo que seas fuerte y valiente? No tengas miedo ni terror, porque Jehová tu Dios está contigo vayas donde vayas”. Josué 1:9

Este trabajo se lo dedico especialmente a Dios, por haberme brindado la fortaleza para no rendirme y seguir adelante, la sabiduría para superar cada obstáculo que se me presento y el de mantenerme con vida y salud cada día y todo lo que necesité para salir adelante. También lo dedico de manera muy especial a:

- Mis padres:

Efraín Hernán Peñate Ramírez

Delsy Navarro de Peñate

Por haberme criado con su amor incondicional y cariño desde mi niñez siendo los responsables de mi formación sobre todo a mi padre, que Dios tenga su nombre presente en toda su gloria y en su memoria, que en paz descanse.

- Mis hermanas:

Zayra Carolina Parada Navarro

Verónica del Carmen Peñate González

Por su apoyo y amor fraterno que tuvieron hacia mí, sin su ayuda yo no hubiese podido llegar a estas estancias de mi vida, a ellas les dedico este trabajo con todo mi cariño y gratitud.

- Mis Tíos

David Navarro Alvarado

Nancy Carolina Navarro Alvarado

Zara Navarro Alvarado

José Bernal Segura

Lilian Navarro de Rivas

Rene Amílcar Rivas Sánchez

Carlos Israel Paz Barahona

Por a aconsejarme a seguir siempre, tener en mente la superación personal e inculcarme a ser una persona de bien con estándares profesionales poniendo en alto el nombre de mis familias.

- Mis Compañeros de Trabajo

Antonio Porfirio Marroquín Villanueva

Esther Gómez Alarcón

Manuel Edgardo Zelaya Somoza

José Efraín Hernández Pichagua

Rene Javier Alvarado Vega

Por el apoyo y compañerismo que me brindaron, aconsejándome a seguir mis estudios y finalizar mis metas durante mis horas laborales.

A todos mis familiares, maestros, asesores, compañeros, y amigos en general, por ayudarme dentro de mi vida personal y desearme el éxito en mi futuro, esta investigación es dedicada a ustedes.

Agradecimientos.

Mi persona expresa sus más sinceros agradecimientos por el trabajo realizado especialmente a Dios, quien sin su ayuda no sería posible el logro alcanzado, y también a las siguientes personas e instituciones:

- A la Universidad de El Salvador por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios académicos y por su compromiso de preparar profesionales con excelencia educativa que fue fundamental para mi formación académica.
- A la Facultad de Ciencias Agronómicas y a todos sus profesores y personal administrativo cuya orientación, asesorías y asistencias han sido cruciales en el desarrollo de mi proceso de titulación, su conocimiento y dedicación han sido invaluable para la realización de esta tesina.
- Al Ing. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio por su interés, apoyo de trabajo, su inspiración, orientación y consejo como tutor dentro de este trabajo de investigación con la finalidad de terminar mis estudios, su contribución ha sido esencial y fundamental para culminar este proyecto.
- A los Ingenieros Rigoberto Antonio Urías Fernández y Marvin Orlando Molina Escalante por el apoyo laboral que me brindaron en mis estancias dentro de la estación Experimental al momento de realizar este proyecto de investigación.
- Al PhD. Miguel Ángel Hernández Martínez y El Ing. Agr. Juan Gerardo Marroquín Reina por su orientación y asesoría dentro del Curso de Especialización Gestión Integral de Sistemas Productivos Agroecológicos.
- Al personal que labora en la Estación Experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador, cuya dedicación, profesionalismo y apoyo laboral fueron de gran ayuda para mí.
- A mis Compañeros de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en especial a: Henry Alexander Muñoz Miranda, José Bladimir Lozano Chávez, José Alfredo Benítez Rodríguez y Rudy Alexander Rivera Jovel por su apoyo moral, orientación y experiencias que compartieron con mi persona a lo largo de la carrera, para mí fue un placer de haberlos conocido.
- A mi amiga Ana Yanci Coto Diaz por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso, su constante aliento y comprensión fueron una fuente de fortaleza para mí en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí, por sus palabras de aliento y por haberme permitido estar a su lado en ciertos pasos de mi camino.

Por último, agradecer a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a realizar este trabajo y que me brindaron palabras de ánimo en los momentos de duda, a los compañeros de estudio que compartieron su tiempo y conocimientos conmigo que, con un gesto amable o una sonrisa, hicieron más llevadero este camino. Agradezco también a los profesionales externos que, con su experiencia y disposición, ofrecieron asistencia técnica y logística indispensable para la realización de esta tesina. Su generosidad al compartir su tiempo ha sido de gran ayuda para realizar esta investigación. Con gratitud, Br. Samuel Hernán Peñate Navarro.

Índice

Tabla de Contenido.	pág.
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del Problema	2
3.1 Objetivo General	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. Estado del arte	4
5. Revisión bibliográfica.....	6
5.1 La agroecología y sus orígenes.....	6
5.2 La revolución verde.....	7
5.3 La revolución verde en el salvador	7
5.4 Consecuencias de la revolución verde	7
5.5 La agricultura convencional	8
5.6 La agricultura regenerativa.....	9
6. Metodología	10
6.1 Ubicación del estudio.....	10
6.2 Descripción del lugar de estudio	11
6.3 Diseño del estudio	12
6.3.1 Tipo de estudio	12
6.3.2 Fase de gabinete	13
6.3.3 Fase de campo	13
6.3.4 Fase de laboratorio.....	16
6.3.5 Análisis químico	16
6.3.6 Análisis físico.....	16
6.3.7 Análisis biológico.....	17
6.4 Recolección de datos	18
6.5 Análisis de Datos	18
6.6 Consideraciones éticas	18
6.7 Limitaciones.....	18
6.8 Resultados esperados.....	18
7. Análisis de resultados	19
7.1 Resultados de muestras químicas en laboratorio.....	19
7.1.1 Nutrientes.....	21
7.1.2 pH	22

7.1.3 Materia orgánica	23
7.1.4 CICE	24
7.2 Resultados de Muestras Físicas en Laboratorio	25
7.2.1 Determinación de textura en suelo por método de bouyoucos	25
7.2.2 Determinación de densidad aparente por método de terrón parafinado.....	30
7.3 Resultados de muestras biológicas en laboratorio	34
7.3.1 Recuento de organismos.....	34
7.3.2 Especies de organismos identificados en porciones de tierra	34
7.3.3 Recuento de organismos.....	36
7.4 Identificación de especies de flora y fauna dentro del lote 3# la panga.....	37
7.4.1 Flora	37
7.4.2 Fauna.....	40
8. Conclusiones	44
9. Bibliografía.....	45
10. Anexos.....	51

Tablas de Imágenes.

Imagen 1. Analisis de Abono Organico	6
Imagen 2. Croquis Estacion Experimental y de Practicas.....	10
Imagen 3. Mapa Cartografico Las Pangas.....	11
Imagen 4. Mapa Pedologico La Paz	12
Imagen 5. Pastoreo	13
Imagen 6. Muestras de Suelo.....	13
Imagen 7. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal	14
Imagen 8. Muestras Analisis Fisico de Suelos.....	14
Imagen 9. Muestras Analisis Biologico de Suelos	15
Imagen 10. Labores de Rastreo y Fertilizacion	15
Imagen 11. Siembra, Aplicación de Biorremediador e Identificacion de Especies.....	16
Imagen 12. Metodo de Bouyuocos.....	17
Imagen 13. Metodo de Terron Parafinado.....	17
Imagen 14. Recuento de Organismos Visibles.....	17
Imagen 15. Clasificacion Triangulo Textural 1ra Toma.....	27
Imagen 16. Clasificacion Triangulo Textural 2da Toma	29
Imagen 17. Clasificacion Taxonomica Hormiga Comun.....	34
Imagen 18. Clasificacion Taxonomica Pulgon de Raiz	34

Imagen 19. Clasificacion Taxonomica de Lombriz de Tierra	34
Imagen 20. Clasificacion Taxonomica de Gusano de Alambre	35
Imagen 21. Clasificacion Taxonomica de Malva de Castilla	37
Imagen 22. Clasificacion Taxonomica de Pasto Estrella	38
Imagen 23. Clasificacion Taxonomica de Pasto Sabanera	38
Imagen 24. Clasificacion Taxonomica de Pasto Camalote	38
Imagen 25. Clasificacion Taxonomica de Hierba Rastrera	38
Imagen 26. Clasificacion Taxonomica de Kallstroemia.....	39
Imagen 27. Clasificacion Taxonomica de Hierba de Pantano.....	39
Imagen 28. Clasificacion Taxonomica de Coquillo	39
Imagen 29. Clasificacion Taxonomica de Flor Amarilla	39
Imagen 30. Clasificacion Taxonomica de Pasto Sudan	40
Imagen 31. Clasificacion Taxonomica de Menta Azul	40
Imagen 32. Clasificacion Taxonomica de Miridos	40
Imagen 33. Clasificacion Taxonomica de Polilla de Azufre	40
Imagen 34. Clasificacion Taxonomica de Cigarra	41
Imagen 35. Clasificacion Taxonomica de Saltamontes Comun	41
Imagen 36. Clasificacion Taxonomica de Gusano Cuerudo.....	41
Imagen 37. Clasificacion Taxonomica de Mosca Comun	41
Imagen 38. Clasificacion Taxonomica de Chinche Azul	42
Imagen 39. Clasificacion Taxonomica de Chinche Asesina	42
Imagen 40. Clasificacion Taxonomica de Gallina Ciega	42
Imagen 41. Clasificacion Taxonomica de Saltamontes de Las Hojas	42
Imagen 42. Clasificacion Taxonomica de Papalota	43
Imagen 43. Clasificacion Taxonomica de Zanate	43
Imagen 44. Clasificacion Taxonomica de Tortuga de Bosque	43
Imagen 45. Clasificacion Taxonomica de Rana Enmascarada	43
Imagen 46. Clasificacion Taxonomica de Rana Coqui.....	44

Tabla de Cuadros

Cuadro 1. Resultados de Muestras Quimicas	19
Cuadro 2. Abreviatura e Interpretacion de Analisis.....	19
Cuadro 3. Nutrientes Disponibles en El Suelo (PPM)	20
Cuadro 4. Tabla de Lecturas #1 (18/11/2023) Bouyoucos	25
Cuadro 5. Tabla de Correcciones #1 (18/11/2023) Bouyoucos	25

Cuadro 6. Tabla de Lecturas #2 (18/11/2023) Bouyoucos	26
Cuadro 7. Tabla de Correcciones #2 (18/11/2023) Bouyoucos	26
Cuadro 8. Tabla de Lecturas #1 (13/17/2024) Bouyoucos	27
Cuadro 9. Tabla de Correcciones #1 (13/07/2024) Bouyoucos	27
Cuadro 10. Tabla de Lecturas #2 (13/07/2024) Bouyoucos	28
Cuadro 11. Tabla de Correcciones #2 (13/07/2024) Bouyoucos.....	28
Cuadro 12. Registro de Datos Terron Parafinado #1 (18/11/23).....	30
Cuadro 13. Registro de Datos Terron Parafinado #2 (18/11/23).....	31
Cuadro 14. Registro de Datos Terron Parafinado #1 (13/07/24).....	32
Cuadro 15. Registro de Datos Terron Parafinado #2 (13/07/24).....	32
Cuadro 16. Tabla de Clasificacion Densidad Aparente	33
Cuadro 17. Conteo de Organismos Porcion de Tierra #1 (18/11/23).....	35
Cuadro 18. Conteo de Organismos Porcion de Tierra #2 (13/07/24).....	36
Tabla de Gráficos	
Grafico 1. Cantidad de Nutrientes Disponibles Suelo en PPM (18/11/23).....	20
Grafico 2. Cantidad de Nutrientes Disponibles Suelo en PPM (13/07/24).....	20
Grafico 3. Acidez pH sobre Agua en Muestras de Suelo	22
Grafico 4. Porcentaje de Materia Organica en El Suelo.....	23
Grafico 5. Capacidad de Intercambio Cationico en Muestras de Suelo	24
Grafico 6. Cuantificacion de Organismos Visibles en Suelo Muestreo #1 (18/11/23).....	35
Grafico 7. Cuantificacion de Organismos Visibles en Suelo Muestreo #1 (13/07/24).....	36

Resumen.

Hoy en día el sistema de la agricultura convencional se ha involucrado tanto desarrollado tanto en los sistemas de producción agrícola que no mira ni remedia el daño que ocasiona al medio ambiente, debido a ser alta mente dependiente al uso intensivo de insumos externos como fertilizantes químicos, pesticidas, y maquinaria pesada. Aunque es eficaz para aumentar la productividad a corto plazo, la agricultura convencional puede causar problemas ambientales como la degradación del suelo, pérdida de biodiversidad, contaminación del agua y aire debido al uso de productos químicos. Una alternativa viable para cambiar el enfoque de los agricultores del país se encuentra en la agroecología, que tiene como objetivo preservar el medio ambiente y promover la equidad social además de producir alimentos. Uno de los sistemas agrícolas poco conocido y muy fácil de adoptar el cual, está muy relacionado con la finalidad de la Agroecología, se trata de la agricultura regenerativa que tiene como interés ofrecer soluciones integrales a los desafíos ambientales, económicos y sociales, promoviendo un sistema agrícola que es más sostenible, resiliente y beneficioso para todos. Por medio de esta investigación tiene como desarrollo comprobar la eficiencia de sus prácticas sobre las propiedades del suelo.

Palabras Claves: Agroecología Sistema Convencional, Agricultura Regenerativa, Propiedades del Suelo.

Abstract.

Today, the Conventional Agriculture system has become so involved in agricultural production systems that it does not look at or remedy the damage it causes to the Environment, due to being highly dependent on the intensive use of external inputs such as chemical fertilizers. pesticides and heavy machinery. Although effective in increasing productivity in the short term, conventional agriculture can cause environmental problems such as soil degradation, loss of biodiversity, and water and air pollution due to the use of chemicals. A viable alternative to change the approach of the country's farmers is found in Agroecology, which aims to preserve the environment and promote social equity in addition to producing food. One of the little-known and very easy to adopt agricultural systems, which is closely related to the purpose of Agroecology, is regenerative agriculture, which has the interest of offering comprehensive solutions to environmental, economic and social challenges, promoting a system agricultural. which is more sustainable, resilient and beneficial for all. Through this research we will try to verify the efficiency of their practices on the properties of the soil.

Keywords: Conventional System Agroecology, Regenerative Agriculture, Soil Properties.

1. Introducción.

El enfoque convencional de la agricultura ha producido aumentos importantes en la productividad agropecuaria y ha logrado una cobertura significativa en la oferta de alimentos. Sin embargo, a pesar de estos logros, este modelo viene afectando el ambiente, especialmente los recursos naturales como el bosque, el suelo, el agua y la biodiversidad de plantas y animales. En las últimas dos décadas han surgido diferentes teorías y propuestas encaminadas a buscar una mejor armonía entre la agricultura y el ambiente, sobresaliendo como enfoque principal la Agroecología, la cual muestra como unidad principal la optimización del agro ecosistema (J, Restrepo et al., 2000).

La agricultura regenerativa es un modelo innovador que busca no solo mantener, sino mejorar la salud del suelo y la biodiversidad. A diferencia de la agricultura convencional, que a menudo degrada la tierra, este enfoque promueve técnicas que revitalizan los ecosistemas agrícolas, como la eliminación del laboreo, el mantenimiento de coberturas vegetales y la combinación de agricultura y ganadería (CREAF 2025). Mediante este trabajo de investigación se dará conocer la efectividad que tiene implementar prácticas de la agricultura regenerativa para mejorar la calidad y la salud del suelo recuperando tierras agrícolas, evaluando el uso del pastoreo Animal y enmiendas orgánicas como el abono orgánico y la biorremediación. (Elaboración propia).

El pastoreo animal es una práctica esencial en la agricultura regenerativa que implica el manejo estratégico del ganado para mejorar la salud del suelo, la biodiversidad y la productividad agrícola. Esta técnica se basa en principios ecológicos que imitan los patrones naturales de pastoreo de los herbívoros salvajes, aplastando la vegetación viva del terreno, comiendo y defecando donde ellos se movilizan e incorporando el material fecal en el suelo (PARTNER CEG 2025). Las enmiendas orgánicas son utilizadas para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, permitiendo aumentar los macro y micronutrientes necesarios para que las plantas mejoren su producción (S, Adrián et al., 2020). Los abonos orgánicos aportan a los suelos nutrientes y restauran su fertilidad, objetivo primordial de la agricultura regenerativa. Además, las enmiendas orgánicas promueven la vida microbiana y modifican las propiedades del suelo, aumentando así la estabilidad de la estructura, la porosidad, la capacidad de retención de agua, etc.) (FERVALLE 2024).

La biorremediación es un proceso que utiliza microorganismos, plantas u otros organismos vivos para degradar o transformar contaminantes ambientales en sustancias menos tóxicas o incluso inocuas (Jiménez, 2024). Los bioestimulantes y biofertilizantes desempeñan un papel crucial en la agricultura regenerativa al mejorar la salud del suelo, la eficiencia de los nutrientes y la resistencia de las plantas al estrés (Manvert 2024). El uso de organismos vivos para eliminar o neutralizar contaminantes del medio ambiente. Hay microbios que pueden degradar petróleo, hidrocarburos e insecticidas. Los metales pesados como el mercurio no son biodegradables, pero las bacterias pueden concentrarlos de tal forma de poder aislarlos más fácilmente (ArgenBio 2024).

La biorremediación estimula el crecimiento de determinados microbios que usan los contaminantes como fuente de alimento y energía. Algunos contaminantes que se tratan con biorremediación son el petróleo y algunos derivados, solventes y plaguicidas (EPA 2012). El fin de esta investigación fue implementar dichas prácticas de la agricultura regenerativa para ser evaluadas y mostrar resultados sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, información esencial para el manejo agrícola y la conservación del medio ambiente (Elaboración propia).

2. Planteamiento del Problema.

La situación agrícola actual demanda de una manera diferente de cultivar. Los métodos tradicionales de la agricultura han provocado graves problemas de infertilidad del suelo, daños al clima, a los ecosistemas, a la alimentación, sociales, entre muchos otros. Esto sucede por la falta de visión holística del problema. La agricultura, una de las actividades más antiguas y fundamentales de la humanidad, ha experimentado una transformación significativa a lo largo de los siglos. Sin embargo, el modelo predominante de agricultura industrial intensiva, que se ha expandido desde la Revolución Verde en la década de 1960, ha generado preocupaciones crecientes debido a sus efectos adversos en el medio ambiente. La degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero son algunos de los problemas críticos asociados con las prácticas agrícolas convencionales. (Tene WR, et al., 2024).

En el contexto actual, el modelo de agricultura convencional se enfrenta a una creciente preocupación por sus repercusiones en la naturaleza. Este sistema agrario ha estado dominado por el uso extensivo de productos químicos, necesarios para aumentar la producción y combatir las plagas, pero cuyas consecuencias ambientales son cada vez más evidentes. La aplicación intensiva de plaguicidas y herbicidas se traduce en una degradación significativa del suelo. Estos compuestos pueden alterar la composición química del suelo, disminuyendo su capacidad de retener agua y nutrientes, lo cual es contraproducente para la gestión de recursos naturales. Además, el uso continuado de dichas sustancias sintéticas contribuye al deterioro de microorganismos beneficiosos y al desequilibrio de los sistemas naturales del suelo. Por otra parte, la contaminación de fuentes hídricas se convierte en un problema ineludible, donde residuos de productos químicos alcanzan ríos y acuíferos, afectando no solo a la fauna acuática sino también a la salud humana. La infiltración y escorrentía de estos compuestos hacia cuerpos de agua plantean riesgos que van desde cambios en los ecosistemas hasta la presencia de residuos tóxicos en los alimentos que consumimos (Vermiduro 2024).

El uso excesivo de los recursos naturales hace que cada vez sean más reducidos, lo que ha hecho que la agricultura de hoy en día ya no sea tan rentable como años anteriores. Las grandes empresas y casas comerciales de productos agrícolas han empleado medidas que son inadecuadas y que solo generan más daños a los campos agrícolas y por consiguiente el suelo. Es labor del ser humano y buscar soluciones a este problema, ya que a largo plazo puede llegar a afectarnos generando un gran impacto negativo tanto social, económico y ambiental. (Elaboración propia).

Por esta razón, con la finalidad que conlleva este proyecto de investigación será evaluar las prácticas de la agricultura regenerativa ante las problemáticas y consecuencias ocasionados a los por la agricultura convencional (Elaboración propia).

La agricultura regenerativa es una solución viable, pero que necesita de la integración de todos los factores que forman parte del problema (Tene WR, et al., 2024). Según describe Cazar, LP. (2021), La agricultura regenerativa surge como una propuesta para armonizar la producción agropecuaria con las dinámicas de la naturaleza porque, según sostienen los especialistas, se puede producir al tiempo que se fomenta la biodiversidad y los procesos naturales, una alianza clave para la sostenibilidad de los sistemas productivos. La agricultura regenerativa mejora la salud del suelo, incrementa la biodiversidad, y devuelve el carbono, al mismo tiempo que recicla los nutrientes, incrementa los rendimientos, y mejora la salud y la vitalidad de las comunidades rurales bajo la visión de suelos y alimentos saludables. No solo busca minimizar el impacto ambiental de la agricultura, sino también mejorar y regenerar los recursos naturales su importancia radica en ofrecer una alternativa más sostenible y resiliente que aborda los desafíos ambientales y climáticos.

3. Objetivos.

3.1 Objetivo General.

- Evaluar el proceso de la agricultura regenerativa, su impacto en la salud y restauración del suelo mediante la aplicación de las prácticas agroecológicas y enmiendas orgánicas.

3.2 Objetivos Específicos.

- Examinar los cambios significativos que se muestren sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, antes y después de implementar el sistema de agricultura regenerativa.
- Presentar los resultados extraídos en análisis de laboratorio sobre las practicas la agricultura regenerativa.
- Analizar los resultados obtenidos de las prácticas de agricultura regenerativa sobre las propiedades del suelo para obtener conclusiones de lo que se ha determinado.

4. Estado del arte.

La agricultura regenerativa representa una vía prometedora para abordar algunos de los desafíos más apremiantes que enfrenta la humanidad en el siglo XXI, desde la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad hasta el cambio climático y la inseguridad alimentaria. Al centrarse en la restauración y mejora de los ecosistemas agrícolas, la agricultura regenerativa no solo promueve la sostenibilidad y resiliencia de la producción agrícola, sino que también ofrece una solución viable para el secuestro de carbono y la mitigación del cambio climático. Las prácticas de agricultura regenerativa pueden aumentar significativamente el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando así su capacidad de almacenamiento de carbono. Más allá del secuestro de carbono, la agricultura regenerativa ofrece una serie de beneficios ambientales, económicos y sociales. Uno de los beneficios más destacados es la mejora de la salud del suelo. Un suelo sano es más fértil, tiene una mayor capacidad de retención de agua y nutrientes, y es más resistente a la erosión y la degradación. Esto no solo se traduce en rendimientos agrícolas más sostenibles y resilientes, sino que también reduce la necesidad de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas, disminuyendo así los costos de producción y el impacto ambiental (Tene WR, *et al.*, 2024).

La agricultura regenerativa funciona mejor en sistemas que se adaptan a las condiciones locales y los recursos naturales, en lugar de depender de monocultivos y la eliminación de la vegetación natural. En lugar de buscar soluciones rápidas, busca soluciones sostenibles a largo plazo, en armonía con la naturaleza (IFEMADRID 2023). La Agricultura Regenerativa como parte importante de la solución del problema describe las prácticas agrícolas y ganaderas, invierten el cambio climático mediante la reconstrucción de la materia orgánica del suelo y la restauración de la biodiversidad degradada del suelo, lo que da lugar tanto a la reducción del carbono como a la mejora del ciclo del agua. Esto no sólo ayuda a aumentar la diversidad y la salud de la biota del suelo, sino que también aumenta la biodiversidad tanto por encima como por debajo de la superficie del suelo, al tiempo que aumenta la capacidad de retención de agua y el secuestro de carbono a mayores profundidades, lo que reduce los niveles de CO₂ atmosférico perjudiciales para el clima y mejora la estructura del suelo para revertir la pérdida de suelo y la amenaza de desertificación, provocada por el hombre (AlVelAl 2019).

A pesar de sus numerosos beneficios, la adopción de la agricultura regenerativa enfrenta varios desafíos. Uno de los principales obstáculos es la falta de conocimiento y comprensión de estas prácticas entre los agricultores y los responsables de políticas. Además, la transición a prácticas regenerativas puede requerir inversiones iniciales significativas en términos de tiempo, esfuerzo y recursos financieros. Sin embargo, las oportunidades para superar estos desafíos son considerables. La creciente conciencia pública sobre los problemas ambientales y el cambio climático, junto con el apoyo de políticas y programas de incentivos, puede fomentar la adopción de la agricultura regenerativa. Además, la investigación continua y la innovación en técnicas y tecnologías agrícolas pueden facilitar la implementación de prácticas regenerativas de manera más efectiva y eficiente. (Tene WR, *et al.*, 2024).

Por esta razón se mira en la necesidad y la importancia de realizar un trabajo de investigación para esta índole y evaluar la efectividad de la agricultura regenerativa con un enfoque agroecológico en armonía hacia el Medio ambiente utilizando prácticas como la aplicación de biorremediación y enmiendas orgánicas para estimular el crecimiento microbiano del suelo mejorando fertilidad y la descomposición del suelo para la formación de materia orgánica siendo evaluadas dentro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Elaboración propia).

De acuerdo con AMER Consultores (2020), La biorremediación es todo proceso mediante el cual se busca la recuperación de sitios contaminados empleando organismos (plantas, hongos y bacterias) o enzimas. Su técnica consiste en estimular los microorganismos nativos para degradar el contaminante a compuestos menos tóxicos que forman biomasa y dióxido de carbono (mineralización), o iniciar el equilibrio microbiológico del suelo atenuando hongos y bacterias patógenas.

Entre otras prácticas utilizadas dentro de esta investigación tenemos: El pastoreo regenerativo, es una técnica agrícola que consiste en la rotación del ganado a través de diferentes áreas de pastoreo para fomentar que la vegetación se regenere y se mantenga así en equilibrio con el ecosistema. El pastoreo se realiza de forma controlada y planificada, teniendo en cuenta las características del terreno y las necesidades nutricionales del ganado. De esta forma, se evita la sobreexplotación de los pastizales y se fomenta el crecimiento de nuevas plantas y la recuperación de las que ya existen. Uno de los principales beneficios de la agricultura de pastoreo es permitir que la vegetación se regenere de forma natural, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad y la protección del suelo (FUSTER 2023).

Las excretas animales son benéficas para los suelos debido a que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica, lo que puede luego aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua (Geohring y Van Es 1994). El compost es una de las técnicas que se utilizan en la agricultura regenerativa que contribuye más a mejorar los suelos y a capturar CO₂ de la atmósfera. Además, no solo es una manera de mejorar los suelos, la fertilidad y las producciones agrícolas, sino que también es una de las mejores maneras de luchar contra el cambio climático. El mantra de la agricultura regenerativa es *"devolver al suelo lo que nos está entregando y, encima, dejarlo mucho mejor y más vivo de lo que lo recibimos"*. La materia orgánica que aporta el compost, ya sea de origen animal o vegetal, es clave para recuperar el suelo fértil (Lombec 2024).

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de composición del abono orgánico “Tera #1” de la granja Grupo El Progreso, con componentes y en concentraciones de nitrógeno (3.34%), fósforo (10.74%), potasio (0.98%), calcio (13.12%), magnesio (3.24%), azufre (1.61), entre otros (Imagen 1).

Orden: 30 - 423																Analab	
Cliente: GRUPO EL PROGRESO S.A.																ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS	
Unidad productiva: GRANJA LOBASCO																	
Localización: Km. 83, C/ San Maquillishuat, C/ro Santa Lucia, Ilobasco, cabañas, El Salvador.																	
Cultivo: ABONO SOLIDO																	
Tipo de analisis: 01- Abonos orgánicos solidos Tipo Compost																	
																LAB_Pr108_F Versión 2	
No. Lab.	Identificación de la muestra	pH	C/N	N (%)	P2O5 %	K2O %	CaO	MgO %	S (%)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	C.O.	Ceniza	M.O.
2233	EDATICA FORMULA DE PELLET	7.26	7.83	3.34	10.74	0.98	13.12	3.24	1.61	66.94	1199.00	8000.00	1312.00	9020.00	26.11	53.00	47.00
2234	EDATICA FORMULA AK+7.6	7.11	8.93	2.99	10.24	1.10	12.39	2.87	1.41	67.55	940.10	7289.00	1220.00	6355.00	26.67	52.00	48.00
2235	MO FORMULA C NPK-EM7-6	7.31	9.98	2.56	12.71	1.01	15.78	2.91	1.14	62.29	563.90	5704.00	1382.00	3783.00	25.56	54.00	46.00
2236	EDATICA B P-6 18	7.25	9.41	2.78	11.68	1.40	15.60	2.72	1.15	67.29	362.80	5450.00	1282.00	2258.00	26.11	53.00	47.00

1. Nitrógeno (N): determinación por método de Dumas
2. Fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y cinc (Zn): digestión ácida con microondas y lectura por medio de Espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente ICPOES
3. Ceniza, Carbono orgánico (C.O.) y Materia orgánica (M.O.): método gravimétrico
4. pH: Determinación por potenciometría en relación 1:2.5 Suelo: Agua

Fecha de ingreso: lunes, 27 de noviembre de 2023
Fecha de ejecución: lunes, 11 de diciembre de 2023
Fecha de entrega: viernes, 15 de diciembre de 2023
Muestra no conforme: NO APLICA
Desviación de método: NO APLICA

Ing. Carlos Yucub
Especialista de Plantas y Especies

Imagen 1. Análisis de abono orgánico tipo compost “Tera #1” utilizado dentro del lote Las Pangas.

Fuente: (Analab 2024).

5. Revisión bibliográfica.

5.1 La agroecología y sus orígenes.

La agroecología surge en los años 70 como una respuesta a los problemas ambientales y sociales generados por la agricultura convencional. Los primeros estudios en agroecología se enfocaron en la interacción entre los cultivos, los suelos y los microorganismos, buscando promover la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de los insumos químicos (Bellesteros s.f.).

El precursor de la agroecología fue el botánico inglés Sir Albert Howard (1873-1947), quien desarrolló gran parte de su carrera en la India (Andalucía 2006). En 1981 Se celebró en Francia el Primer Congreso Internacional de Agricultura Orgánica. Allí comenzó la agricultura orgánica como un movimiento global (Elikaherría 2024). En 1985 se celebra en Nairobi la Conferencia Internacional sobre Agricultura Sostenible, que recomienda la adopción de prácticas agroecológicas (Bellesteros s.f.).

En 1990, La FAO comenzó a reconocer la agroecología como una herramienta para la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad. Se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Alimentación y la Agricultura. Allí se reconoció la importancia de la agroecología y de los métodos agrícolas sostenibles. En el año 1996 Se crea la Red de Agricultura Sostenible de la FAO, que promueve la agroecología y la agricultura sostenible en todo el mundo. Para el año 2000, el mercado de productos orgánicos ha experimentado un auge y la demanda de alimentos producidos de manera sostenible ha aumentado (Bellesteros s.f.).

Se crea el Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe (MAELA), una red de instituciones que promueve la agroecología y la soberanía alimentaria. En 2005, Se celebró en la sede de la FAO en Roma (Italia) el Primer Foro Mundial de Agricultura Orgánica. Allí, expertos en agroecología de todo el mundo se reunieron para discutir el futuro de la agricultura sostenible. Ya en el año 2010, se establece una alianza por una agricultura más sostenible (ASA), una iniciativa de la FAO que reúne científicos, políticos y consumidores para impulsar la implementación de prácticas sostenibles. En 2014 se celebró en Roma el Segundo Simposio Internacional de Agroecología, donde se estableció el Marco Global de Agroecología como marco de referencia para promover prácticas sostenibles en la agricultura (elikaherria 2024).

5.2 La revolución verde.

La producción agrícola mundial ha sufrido un sin número de cambios en los últimos dos siglos potenciando así el uso de agroquímicos y fertilizantes adecuados a la globalización. Se consideraba que el papel del sector agrícola era el de ayudar al desarrollo industrial, que era el elemento esencial de la estrategia de crecimiento, por lo cual se dio uno de los mayores avances en el sector productivo y económico (FAO 1996).

El término revolución verde fue utilizado para denominar el importante incremento de la producción agrícola que se dio entre 1940 y 1970, con el científico estadounidense, Norman Borlaug, considerado por algunos como el padre de la agricultura moderna, cada aporte que llevo al campo y transformó la manera de cosechar y producir. Cada experimento que llevó a cabo Borlaug, creó las bases para la agricultura moderna, siendo uno de los mayores pioneros en las formas actuales de producir. La motivación de Borlaug fue la baja producción agrícola con los métodos tradicionales en contraste con las perspectivas optimistas de la revolución verde con respecto a la erradicación del hambre y la desnutrición en los países subdesarrollados. La revolución afectó, en distintos momentos, a todos los países y puede decirse que ha cambiado casi totalmente el proceso de producción y venta de los productos agrícolas (FAO 1996).

5.3 La revolución verde en el salvador.

La revolución verde llegó a El Salvador en forma de monocultivos, semillas mejoradas marca Cristiani y toda una red de dependencia para los agricultores en 1992 (TVX 2013). Esta revolución adaptó y transformó la agricultura y se extendió el método a todo el mundo. En las décadas posteriores se vio un notable aumento en la producción, año tras año, campos enormes se sembraron con una única variedad de cultivo (FAO 1996).

5.4 Consecuencias de la revolución verde.

La Revolución Verde supuso un cambio de paradigma en las prácticas agrícolas de numerosas zonas del mundo, y que se basa en enfoques genéticos (nuevas variedades de ciertas plantas, especialmente cereales) y de nuevas prácticas agrícolas, pero ha mostrado una serie de efectos indeseables, (lánez 2007).

La revolución verde vino con un costo ambiental, incluyendo la degradación del suelo, contaminación del agua, y pérdida de biodiversidad debido al uso intensivo de fertilizantes y pesticidas químicos. Con el tiempo, la Revolución Verde ha sido criticada por priorizar la cantidad sobre la calidad y el beneficio a corto plazo sobre la sostenibilidad a largo plazo. También se ha criticado por centralizar la producción de alimentos, dejando a pequeños agricultores en una posición vulnerable. (RawData 2024). El uso de terrenos adicionales no rinde lo suficiente, y además en muchos casos habría que roturar territorios de alto valor ecológico que sustentan una biodiversidad de la que la humanidad podría sacar más provecho mediante usos alternativos y sostenibles (FAO 1996). Además, los países en desarrollo tuvieron que depender cada vez más de productos agroquímicos producidos por multinacionales. (Iáñez 2007).

5.5 La agricultura convencional.

Posteriormente después del auge que tuvo la revolución verde a nivel mundial, se dio el paso libre para que este nuevo sistema agrícola se desarrollara la Agricultura Convencional. La Agricultura Convencional ha tenido efectos significativos en el medio ambiente, contribuyendo a la contaminación del agua, degradación del suelo, y emisión de gases de efecto invernadero, siendo una fuente principal de metano y óxido nitroso. Estos procesos, aunque complejos de cuantificar, presentan desafíos importantes para la sostenibilidad ambiental a largo plazo (CONAHCYT 2023).

La desventaja principal de la agricultura convencional es la utilización de fertilizantes, productos fitosanitarios y químicos, así como determinadas labores incorrectas, que van originando un deterioro de la resistencia que tienen las plantas de forma natural a las plagas y a enfermedades muy variadas. El resultado final es la destrucción progresiva de la flora microbiana, unos terrenos estériles y la contaminación del agua subterránea (Franquesa 2022).

La disminución de la productividad del suelo puede deberse a la erosión eólica y hídrica de la capa superior expuesta, la compactación del suelo, la pérdida de materia orgánica del suelo, la capacidad de retención de agua y la actividad biológica; y la salinización (aumento de la salinidad) de suelos en áreas agrícolas de alto riego. Se ha encontrado que las prácticas agrícolas contribuyen a contaminantes no puntuales del agua que incluyen sales, fertilizantes (nitratos y fósforo, especialmente), pesticidas y herbicidas. Otros males ambientales incluyen más de 400 insectos y plagas de ácaros y más de 70 patógenos fúngicos que se han vuelto resistentes a uno o más pesticidas. Los pesticidas también han puesto tensión en los polinizadores y otras especies de insectos benéficos "Fisher MR (s.f.)".

Un rasgo sobresaliente de la crisis de la agricultura convencional es el grado en el que el capital ha llegado a penetrarla, y cómo esa penetración ha contribuido a intensificar las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la crisis. Históricamente, el capital ha procedido a "apropiarse" de los elementos del proceso productivo, reemplazando a los mecanismos naturales de control de plagas por plaguicidas, la fertilidad natural del suelo por fertilizantes, y así sucesivamente. El resultado inevitable de todo esto es el conflicto de intereses: enormes cantidades de dinero entran en juego para mantener una agricultura industrializada que depende de fuertes inversiones de capital, lo cual convierte tanto a países como a agricultores en entidades dependientes de los abastecedores de

insumos y equipos. Sin duda, muchas ganancias dejarían de ser percibidas si hubiera un cambio hacia sendas alternativas y tradicionales, lo que conduciría a una menor dependencia de los agricultores en materia de insumos externos. Esta pérdida potencial de ganancias es lo que hace que todo el sistema agrario sea muy renuente al cambio (Rosset 2001).

Este sistema ve impotente para resolver adecuadamente este tipo de problemas (hambre, pobreza, degradación ambiental). Mientras, la agroecología como enfoque transdisciplinario alternativo, articula el conocimiento de las ciencias naturales y sociales para la obtención de alimentos, con equidad social. La agroecología se ha convertido en una herramienta necesaria para el diseño de un desarrollo rural que sea compatible con el mantenimiento de la naturaleza y la justicia social (Martínez 2002).

5.6 La agricultura regenerativa.

La agricultura regenerativa surge como una propuesta para armonizar la producción agropecuaria con las dinámicas de la naturaleza. Porque, según sostienen los especialistas, se puede producir al tiempo que se fomenta la biodiversidad y los procesos naturales. Una alianza clave para la sostenibilidad de los sistemas productivos. (Cazar 2021).

La agricultura regenerativa es una práctica agrícola que tiene como objetivo mejorar y restaurar la salud del suelo, la biodiversidad y los ecosistemas naturales mientras se produce alimentos y se genera un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. En lugar de enfocarse en la maximización de la producción agrícola a corto plazo, se centra en el mantenimiento y la mejora a largo plazo de la salud del suelo y de los sistemas ecológicos. Busca crear sistemas agrícolas que sean resilientes, capaces de adaptarse a cambios climáticos y a otros desafíos. Se basa en principios como la diversidad de cultivos, la conservación del suelo y la integración de animales y plantas para fomentar la salud del ecosistema. Algunas técnicas de agricultura regenerativa, como la integración de cultivos y animales, pueden reducir la necesidad de productos químicos, como pesticidas y fertilizantes sintéticos. Esto tiene un impacto positivo en la salud del medio ambiente y los seres humanos. Puede ayudar a reducir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático, al aumentar la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Además, puede contribuir a la mitigación del cambio climático al fijar carbono en el suelo. Al fomentar prácticas agrícolas sostenibles y rentables, puede mejorar la calidad de vida de los agricultores y sus comunidades (Primagas 2023).

La planificación del pastoreo como técnica de agricultura regenerativa sugiere un uso rotativo de los pastos similar al comportamiento natural de los animales. Al desplazarse de una zona a otra, el ganado consume hierba fresca e incorpora estiércol verde y animal, lo que aumenta la fertilidad de los pastos y permite que la hierba de otros terrenos vuelva a crecer (Ivanchuk 2024). Esto se debe a que se promueve la producción de alimentos saludables, la reducción del costo de los insumos químicos y la diversificación de los cultivos. La actividad agrícola es crucial para el planeta debido a su peso e importancia en la alimentación, el empleo, la economía, la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Por lo tanto, es importante fomentar prácticas agrícolas sostenibles y promover el

desarrollo de una agricultura responsable y sostenible. (Primagas 2023).

6. Metodología.

6.1 Ubicación del estudio: La investigación se llevó a cabo dentro de la estación experimental y de prácticas de la facultad de ciencias agronómicas de la universidad de el salvador, en cantón tecualuya, distrito de san luis talpa, municipio de la paz oeste, departamento de la paz situado en el km 52 carretera del litoral que va hacia el puerto de la libertad, con coordenadas geográficas; 13°28'3" latitud norte, 89°06'8" longitud oeste y coordenadas planas de 261.5 km latitud norte, 489.6 km longitud oeste, con temperaturas máximas anual de 33°C y mínima de 22.3°C, con una elevación de 50 msnm (Imagen 2).

La Estación Experimental tiene un área de 143 manzanas en la jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz, la cual tiene instalaciones para la ganadería, agricultura y agroindustria. Agua abundante, y sistemas de riego, Maquinaria Agrícola, aulas, cafetín, una planta procesadora para alimentos agropecuarios, fábrica de concentrado y toda una gama de herramientas agrícolas y pecuarias (Agronomía. UES 2020).

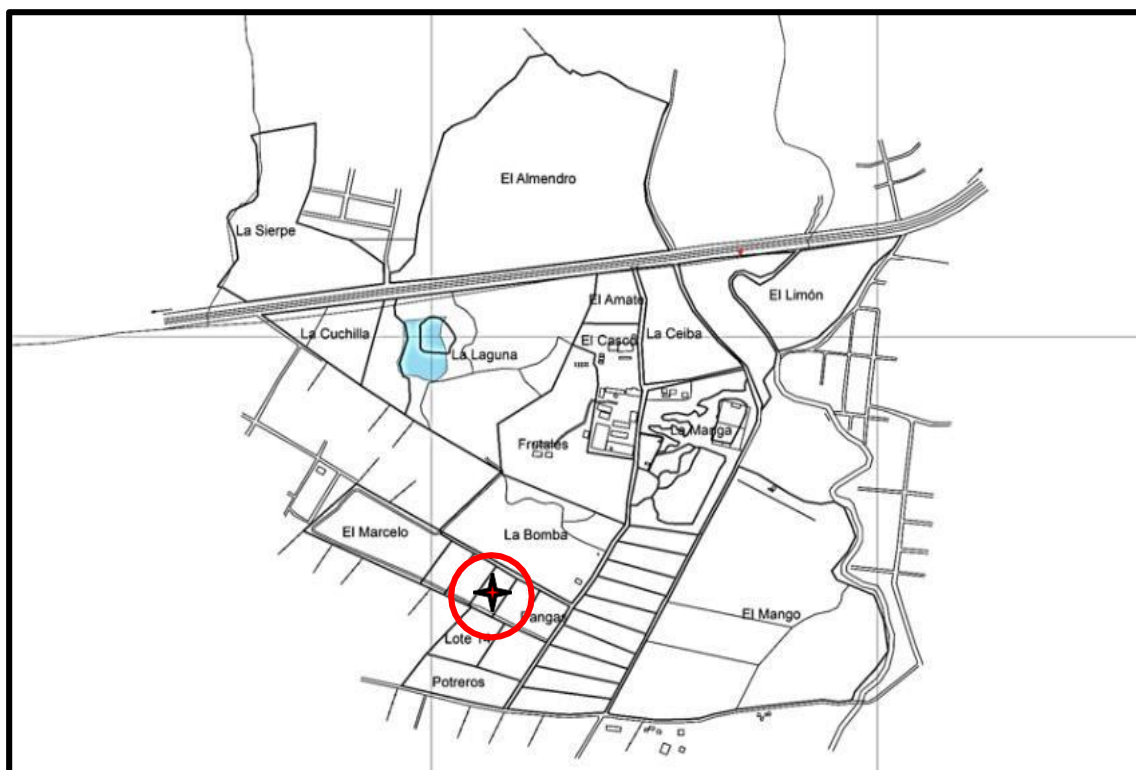


Imagen 2. Croquis de la estación experimental y de prácticas de La Universidad de El Salvador.

Fuente: (Centro Nacional de Registro CNR Proyección Cónica Lambert Datum NAD 1927).

El sitio específico en el cual se estableció la investigación es en la panga #3 del lote de las pangas lugar destinado para prácticas de conservación y proyectos de investigación como parcelas agroecológicas el cual posee un área aproximada de: 3,520.82 m² (Imagen 3).

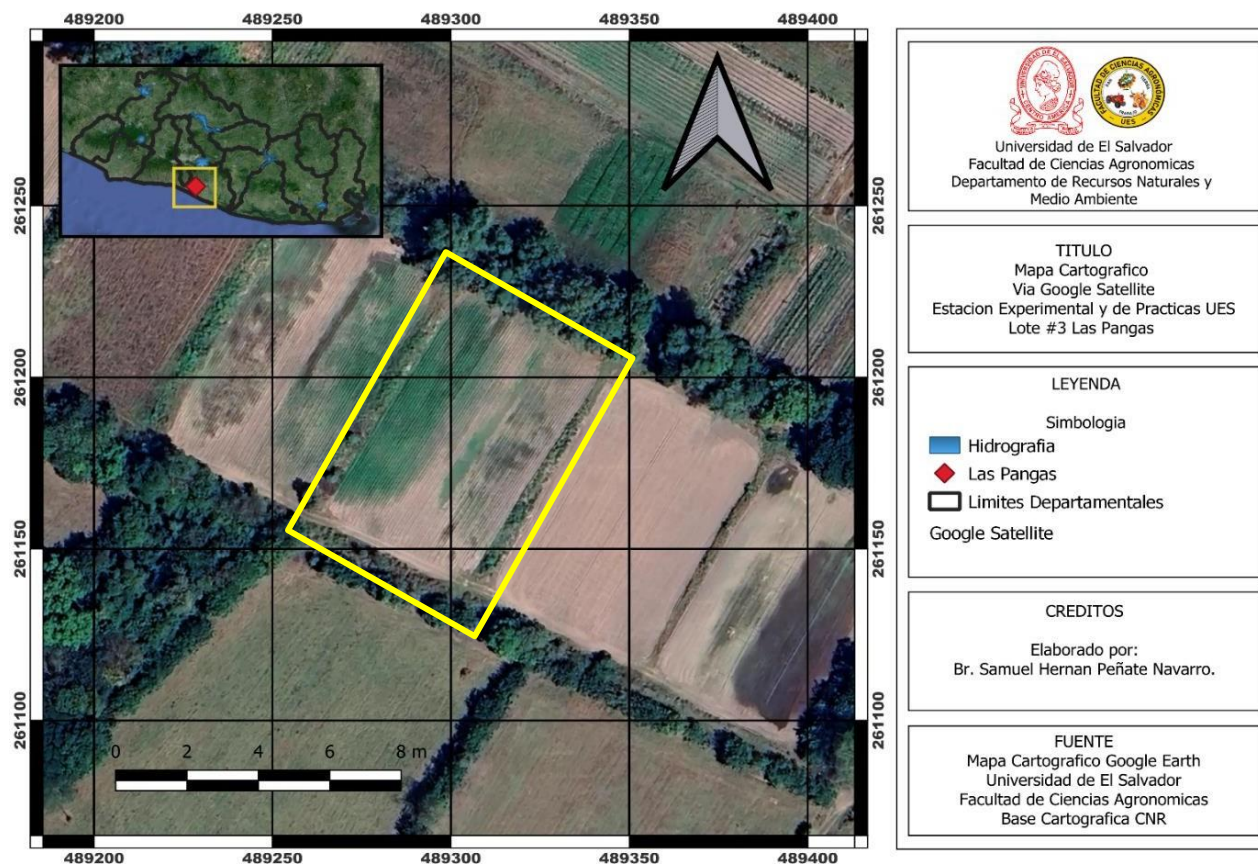


Imagen 3. Mapa cartográfico del lote #3 Las Pangas.

Fuente: Elaboración propia con Software QGIS, Vía Google Satélite (Google Earth 2024).

6.2 Descripción del lugar de estudio: Los lotes del área de las pangas son denominados suelos semiplanos con un porcentaje de pendiente del 1-2%, los cuales presentan una pequeña irregularidad por la mecanización agrícola con aperos de paso de arado y rastra (Ing. Agr. Escalante, MO; Romero LA. 2024). Posee una elevación de 48 metros sobre el nivel del mar (msnm), con precipitación media anual de 1,700 mm y temperatura anual de 28° C, con una humedad relativa de 76% y vientos con velocidades de 8 km/h. La zona de vida en el área de estudio se clasifica como bosque húmedo subtropical con transición caliente (bh-ST(c)), el cual presenta una biotemperatura entre 24° a 33° C, (Morales R. *et al.*, 2023).

De acuerdo con el documento clasificación de suelos por división política de el salvador, publicado por el MAG, (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). Los tipos de suelos que predominan dentro del cantón tecualuya, distrito de san luis talpa, municipio de la paz oeste, departamento de la paz son: suelos aluviales. los suelos aluviales, son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. son aluviones estratificados de textura variable.

Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego (MAG 2012). Dicha información mostrada en el Mapa pedológico del departamento de la Paz (Imagen 4).

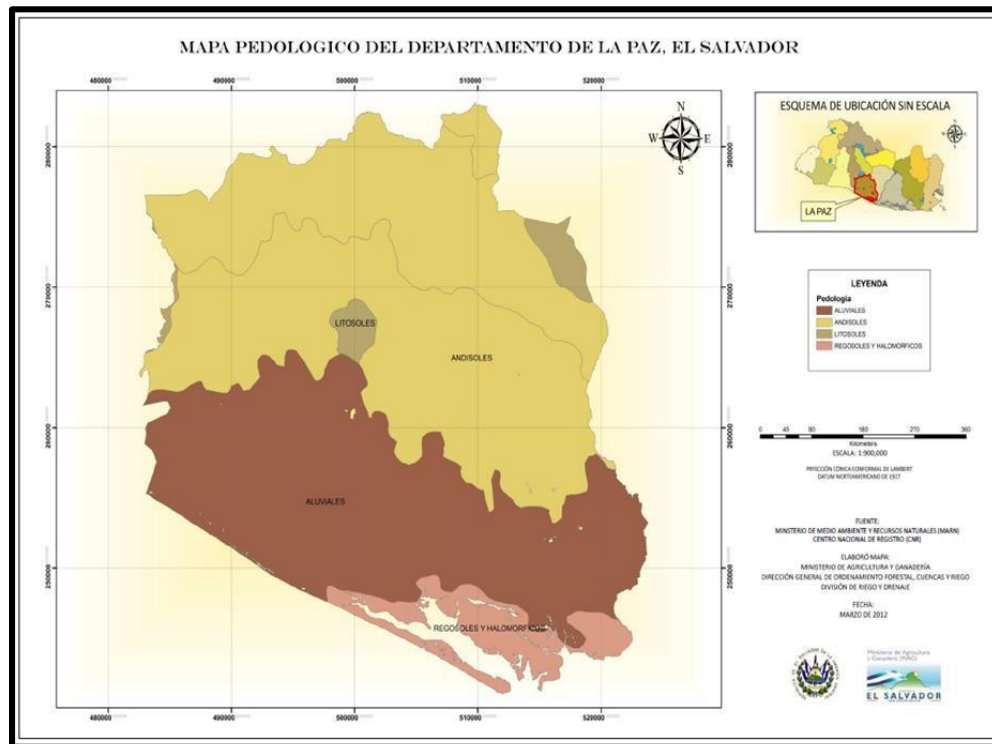


Imagen 4. Mapa pedológico del departamento de la Paz.

Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y El Centro Nacional de Registro 2012).

6.3 Diseño del estudio.

6.3.1 Tipo de estudio: El desarrollo de la presente investigación por su propósito es descriptiva ya que se enfoca en describir los cambios que se presenten dentro de las propiedades (físicas, químicas y biológicas) del suelo antes y después de aplicar las prácticas de la agricultura regenerativa, por su lugar de ejecución se considera de campo debido a que dicha investigación se llevó a cabo dentro en el entorno del terreno de lote 3 de las pangas, por el nivel de profundidad se considera explicativa debido a que se profundiza en el análisis y en los resultados de estos para dar conocer los cambios significativos que se encuentren, por el aporte que tendrá esta investigación a la sociedad se clasifica como técnica, debido a que este se especifica en el análisis técnico en el desarrollo y la eficiencia de la salud del suelo aplicando las prácticas de agricultura regenerativa por el manejo de las variables se identifica como no experimental, ya que se describen y analizan las propiedades físicas, químicas y biológicas de la agricultura regenerativa observándose los fenómenos que ocurren, bajo un diseño longitudinal por el tiempo de ejecución el cual tuvo un tiempo total de duración de aproximada de: 9 meses, 1 semana y 5 días con visitas semanales de 1 a 3 semanas, iniciando el 18 de noviembre del 2023 y finalizando hasta el 30 agosto del presente año.

6.3.2 Fase de gabinete: Mediante el uso del método científico, se realizó la identificación del problema del tema de estudio tomando en cuenta los factores que se plantearon para encontrar el principal problema (causa, consecuencias y efecto), posteriormente se realizó una revisión bibliográfica de documentos en línea encontrados por internet de libros, tesis, artículos científicos, informes y sitios web para realizar la construcción del fundamento teórico de esta investigación.

6.3.3 Fase de campo: Al iniciar este proyecto de investigación, primero se realizó una identificación y reconocimiento del lugar de estudio en donde se recopilaron datos tanto descriptivos como generales, dentro de este proyecto de investigación se realizaron las siguientes actividades de campo:

6.3.3.1 Pastoreo con ganado vacuno: La primera actividad a realizar dentro de la panga #3 fue el pastoreo con ganado vacuno, dicha actividad se efectuó 5 veces tomándose 1 día por semana durante 2-3 horas dentro del transcurso de la mañana utilizando de 3 a 5 vacas de ganado para el pastoreo, esto con la finalidad de que las vacas se alimenten y depositen sus desechos fecales dentro la panga imitando el comportamiento natural de las manadas de animales.



Imagen 5. Pastoreo dentro del lote #3 La Panga
Fuente: (Elaboración propia 2024).

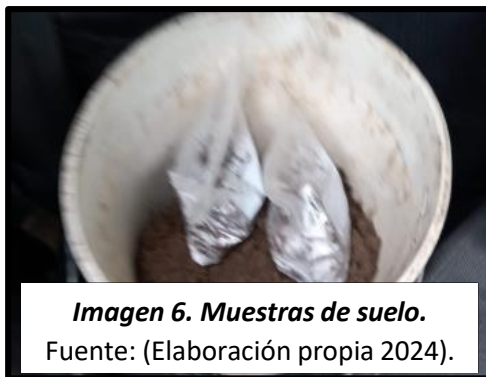


Imagen 6. Muestras de suelo.
Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.3.2 Muestreos de suelo: Para poder determinar algún tipo de cambio sobre las propiedades física, química y biológica del suelo en los distintos análisis de laboratorio, se realizaron 2 muestreos de suelo para análisis químicos, 4 muestras por cada método a emplearse en análisis físico y 2 porciones de tierra para el análisis biológico y así compararse los análisis de suelos antes y después de aplicar las prácticas de la agricultura regenerativa para cada una de las propiedades.

6.3.3.3 Muestras para análisis químicos: Los primeros muestreos a realizar fueron para determinar las propiedades químicas de suelo, para ello se utilizó un azadón para separar la vegetación dentro del punto de muestreo, y se procedió a realizar un agujero de 20cm de profundidad en forma de "V", utilizando una pala cuadrada, se realizó a captar una porción o rebanada de tierra aun lado del agujero. Luego utilizando un machete se cortaron los dos lados de la porción de tierra para extraer la parte de en medio y depositar la muestra representativa del suelo dentro de una cubeta.

Se repitió el proceso hasta completar 10 puntos de muestreo el cual fueron recolectadas en forma de “zig-zag” en donde será mezclada y homogenizada dentro de la cubeta para que la mezcla sea lo más representativamente posible, se depositó la mezcla encima de una lona de plástico negra, y se procedió hacer un cuarteo sobre la mezcla de tierra y así extraer las sub-muestras de tierra en cada lado de la cruz para ser depositadas dentro bolsas ziplop, hasta completar 2 libras de muestra de tierra por bolsa. Por ultimo las muestras de tierra son llevados al laboratorio de suelos del CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal).



Imagen 7. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.3.4 Muestras para análisis físico: Para extraer las muestras de análisis físico se utilizó el mismo procedimiento que el muestras de análisis químico con la única diferencia que se depositaron directamente las muestra de tierra dentro de las bolsas ziplop con una cantidad aproximada de 2 libras por bolsa para realizar los análisis utilizando el método de bouyoucos, también se recolecto 4 terrones de tierra extraídas dentro de los diferentes puntos del área de la panga #3, las cuales también fueron depositadas dentro de bolsas ziplop esto para realizar

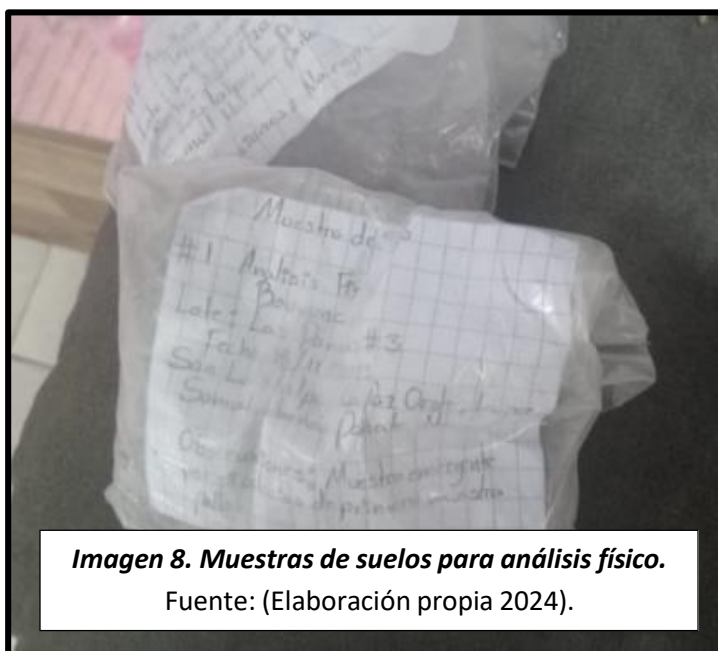


Imagen 8. Muestras de suelos para análisis físico.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

un análisis de terrón parafinado a dichas muestras las cuales fueron selladas y rotuladas, donde fueron llevados al laboratorio de suelos de la facultad de agronomía de la universidad de el salvador.

6.3.3.5 Muestras para análisis biológico: Para nuestro análisis biológico se excavo una gran porción de tierra (sin alterar la superficie dela porción de tierra) con dimensiones de 40cm de ancho, 40cm de largo y 20cm de altura, en donde se realizó un recuento cuantificado de los organismos visibles que se encuentran en dentro de las porciones de tierra y así determinar la cantidad que se encuentren identificando las especies antes y después de aplicar las prácticas de la agricultura regenerativa.



Imagen 9. Muestras de suelos para análisis biológico.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.3.6 Actividades de Campo: Después de ejecutar los primeros muestreos de suelo se procedió a elaborar las actividades de campo dentro del lote comenzando con el arado y rastreo del terreno para realizar los surcos, los cuales fueron 31 surcos con dimensiones de 80 metros de largo aproximados y 1 metro de ancho con una separación 1.40 metros por surco de los cuales solo se ocuparon 29 surcos.

6.3.3.7 Fertilización del terreno: Para la fertilización, se procedió a utilizar el Abono Orgánico “Tera 1” hecho a base de Material Fecal de Cerdo y Gallinaza del cual se utilizaron 26 quintales de saco de abono en 75 a 77 metros de largo efectivos aplicando entre cantidades de 1 a 2 libras por metro, realizándose una segunda aplicación de abono orgánico “Tera 1” haciendo uso de 17 quintales distribuyendo las mismas cantidades de 1 a 2 libras por metro lineal, siendo un total de 43 sacos aplicados dentro del terreno.



Imagen 10. Labores de rastreo y fertilización.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.3.8 Siembra: Debido a los retrasos por la temporada entrante de lluvias se procedió a realizar una poda general en el terreno con rastreo para volver a realizar los surcos con maquinaria agrícola siendo un total de 30 surcos trabajándose siempre con 29. Se realizó una siembra de sorgo o maicillo criollo de la zona sembrando la semilla dentro de las calles de los 29 surcos.

6.3.3.9 Aplicación del Biorremediador: Posteriormente se ejecutó la aplicación de Biorremediación en el suelo siguiendo las recomendaciones del comerciante en aplicar de 1 a 2 litros de Biorremediador hecho a base de cepas de microorganismos no patógenos, orina de cerdo y carbohidratos, diluido en agua dentro de una bomba o mochila rociadora de 17 litros aplicado en 100 metros lineales.

6.3.3.10 Identificación de especies: Por último, se realizó una identificación de especies de flora y fauna dentro del Lote para dar a conocer la aparición de nuevas especies siendo este un indicador de la biodiversidad del sitio de estudio contribuyendo a la salud y sostenibilidad del ecosistema agrícola promoviendo la regeneración de los recursos naturales.



Imagen 11. Siembra, aplicación de Biorremediador e identificación de especies.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.4 Fase de laboratorio.

6.3.5 Análisis químico: Para realizar el análisis químico de las muestras de suelo estas fueron llevadas al laboratorio de suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal (CENTA) esto para determinar los elementos disponibles en el suelo y sus características tales como: pH en agua, fósforo y potasio, bases del suelo (Calcio, Magnesio, Sodio), Capacidad de intercambio Catiónico Efectiva (CICE), Micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn) y el porcentaje de materia orgánica.

6.3.6 Análisis físico: Para el análisis físico de las muestras de tierra del lote #3 Las Pangas, estas fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador, para determinar las siguientes propiedades: Textura por el método de bouyoucos y Densidad aparente por el método de terrón parafinado.

6.3.6.1 Método de bouyoucos: El método de bouyoucos se basa en la ley de sedimentación de Stokes que relaciona el tamaño de partícula y la tasa de sedimentación en una columna de agua. La ley de Stokes supone que el flujo de fluido alrededor de una partícula se encuentra en el régimen de flujo laminar o de arrastre, que las partículas son rígidas y esféricas y que las interacciones hidrodinámicas entre las partículas en la suspensión se descuidan. En el método del hidrómetro, el tamaño de los sólidos en la suspensión se estima a partir de la densidad de la solución utilizando el hidrómetro (Jury and Horton 2004).



Imagen 12. Método de bouyoucos.

Fuente: (Elaboración propia 2024).



Imagen 13. Método de terrón parafinado.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.3.6.2 Método de terrón parafinado: Consistió en tomar un agregado del suelo, lo más grande posible, desecarlo y pesarlo para conocer su masa. Se ata con un hilo y se sumerge en parafina fundida para impermeabilizar su superficie, y una vez solidificada ésta puede volver a pesarse. El agregado parafinado se introduce en una probeta graduada y llena de agua en la que se mide el incremento de volumen sufrido por el agua como consecuencia de la introducción del agregado, que corresponde con el volumen de éste. De esta forma conocemos los dos parámetros necesarios para el cálculo de la densidad. Aunque la capa de parafina es muy

tenue y su volumen despreciable, puede estimarse en función de su densidad y del incremento de peso sufrido por el agregado tras el proceso de impermeabilización (Gutiérrez 2010).

6.3.7 Análisis biológico: En el análisis biológico se realizó un recuento de los organismos visibles en el suelo mediante las porciones de tierra que se tomaron dentro del sitio de investigación extrayendo los organismos macro invertebrados como invertebrados que se encuentren, cuantificando el número de especies en el proceso e identificándolas por su taxonomía.

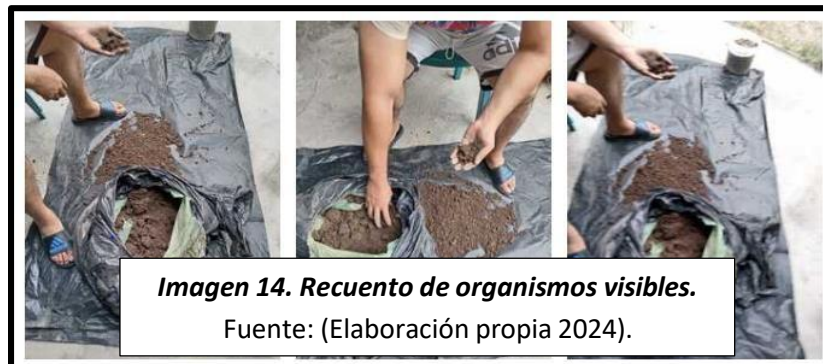


Imagen 14. Recuento de organismos visibles.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

6.4 Recolección de datos:

- Recolección de información sobre el lugar de investigación.
- Toma de muestreos de tierra.
- Recuento de microorganismos vivos.
- Resultados de laboratorio.

6.5 Análisis de Datos:

- Análisis de laboratorio.
- Comparación de resultados.
- Transcripción y tabulación de datos.

6.6 Consideraciones éticas:

- Nula de aplicación de fertilizantes comerciales y agro-químicos.
- Baja intervención en el proceso natural de la agricultura regenerativa.
- Alteraciones en datos sustraídos en muestras y análisis de laboratorio.
- Transparencia de datos e información recopilada.

6.7 Limitaciones

- Condiciones climáticas.
- Mano de obra limitado.
- Disponibilidad de tiempo.

6.8 Resultados esperados

- Aumento de la salud y fertilidad del suelo.
- Mayor actividad microbiana en el suelo.
- Incremento de la biodiversidad de especies (animal y vegetal).
- Desarrollo de la resiliencia y resistencia en el suelo.

7. Análisis de resultados.

7.1 Resultados de muestras químicas en laboratorio.

Cuadros de resultados en análisis de muestras de tierra lote Las Pangas #3 del laboratorio de suelos CENTA.

Cuadro 1. Resultados de muestras químicas en análisis de suelo.

(Antes) Resultado de Análisis #1			Resultados de Análisis #2 (Después)		
Elementos	Cantidades y Unidades	Interpretación	Elementos	Cantidades y Unidades	Interpretación
pH en Agua	5.76	MA	pH en Agua	5.38	FA
P	102ppm	MA	P	86PPM	MA
K	253ppm	MA	K	222PPM	MA
Ca	6.24meq/100gr	A	Ca	6.90meq/100gr	A
Mg	1.37meq/100gr	B	Mg	1.87meq/100gr	B
Na	0.445meq/100gr	NS	Na	0.46meq/100gr	NS
K Int.	0.65meq/100gr	//	K Int.	0.57meq/100gr	//
Suma de Bases	8.71meq/100gr	M	Suma de Bases	9.8meq/100gr	M
Acidez Int.	0meq/100gr	B	Acidez Int.	0.1meq/100gr	B
CICE	8.71	M	CICE	9.5	M
%Sat. Bases	100%	//	%Sat. Bases	99%	//
%M.O.	1.37%	B	%M.O.	2.04	M
Cu	1.45ppm	A	Cu	1.95ppm	A
Fe	27.18ppm	MA	Fe	49.38ppm	MA
Mn	4.48ppm	B	Mn	4.58ppm	B
Zn	3.77ppm	A	Zn	3.78ppm	A

Fuente: (Laboratorio de Suelos CENTA 2024).

Cuadros de interpretación de rangos en análisis químicos de muestras de tierra del laboratorio de suelos CENTA.

Cuadro 2. Abreviatura e interpretación de análisis de suelo.

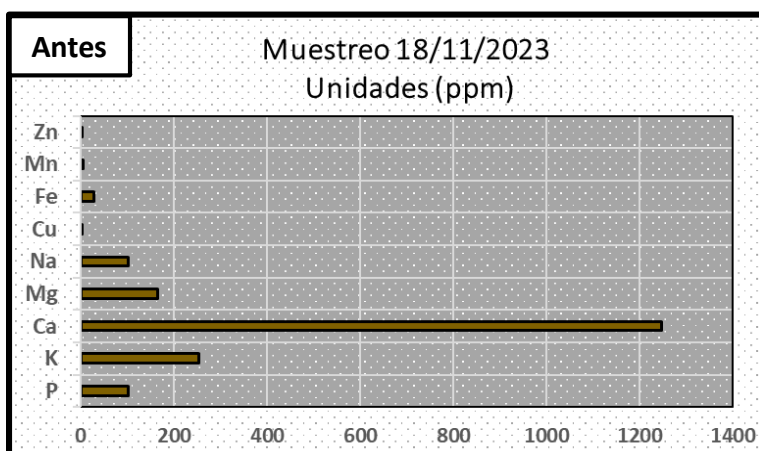
Análisis	Valores	Rangos	Significado	Rangos	Significado
pH en Agua	4.1 a 4.4	EA	Extremadamente Acido	MB	Muy Bajo
	4.5 a 5.0	MFA	Muy Fuertemente Acido	B	Bajo
	5.1 a 5.5	FA	Fuertemente Acido	M	Medio
	5.6 a 6.0	MA	Moderadamente Acido	A	Alto
	6.1 a 6.5	LA	Ligeramente Acido	MA	Muy Alto
	6.6 a 7.3	N	Neutro	NS	No Sódico
	7.4 a 8.0	MAL	Moderadamente Alcalino	S	Sódico
	8.1 a 9.0	FAL	Fuertemente Alcalino		
	> 9.0	EAL	Extremadamente Alcalino		

Fuente: (Laboratorio de Suelos CENTA 2024).

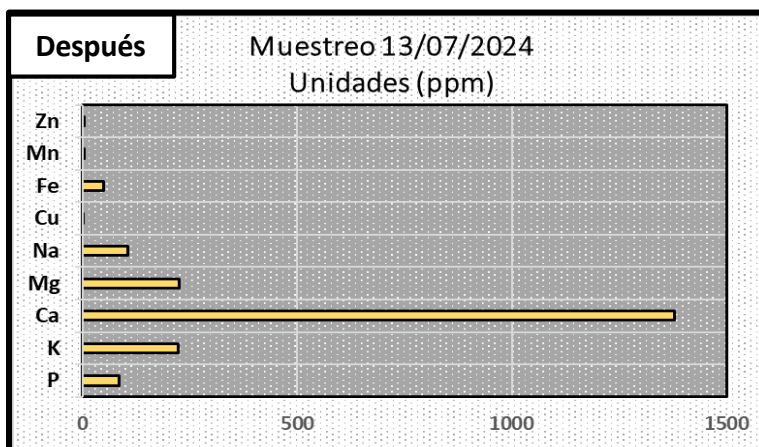
Cuadro 3. Nutrientes disponibles en el suelo en cantidades de PPM.

Nutrientes Disponibles en El Suelo			
(Antes) Muestreo 18/11/2023		(Después) 13/07/2024	
Nutrientes	Cantidad (ppm)	Nutrientes	Cantidad (ppm)
P	102	P	86
K	253	K	222
Ca	1248	Ca	1380
Mg	164.4	Mg	224.4
Na	102.35	Na	105.8
Cu	1.45	Cu	1.95
Fe	27.18	Fe	49.38
Mn	4.48	Mn	4.58
Zn	3.77	Zn	3.78

Fuente: (Elaboración propia 2024).

**Gráfico 1. Cantidad de nutrientes disponibles en suelo muestra (ppm) 18/11/2023.**

Fuente: (Elaboración propia 2024).

**Gráfico 2. Cantidad de nutrientes disponibles en suelo muestra (ppm) 13/07/2024.**

Fuente: (Elaboración propia 2024).

7.1.1 Nutrientes: En los gráficos “1 y 2” sobre los nutrientes disponibles en el suelo en las diferentes etapas de muestreos de suelos dentro del proyecto de investigación, antes y después de aplicar las prácticas de la agricultura regenerativa, en estos, se puede observar una leve diferencia no significativa entre los macro y micronutrientes del suelo dentro del lote las pangas #3, teniéndose pequeños altos y bajos en las cantidades de nutrientes de la muestra 1# y 2# de los análisis químicos realizados en el laboratorio de suelos del CENTA. Dentro de los **macronutrientes** como el **Fosforo (P) y el Potasio (K)**, a pesar de encontrarse en cantidades muy altas en la primera y segunda muestra, se registró una pequeña disminución en las cantidades de nutrientes en el segundo muestreo, mostradas en unidades de partes por millón.

En el caso de los nutrientes como el calcio y el magnesio, se mostró un ligero aumento no significativo en la cantidad de nutrientes, resultando de una cantidad de 6.24meq/100gr en el primer muestreo de suelo a 6.90meq/100gr en el segundo muestreo para el caso del calcio, esto se debe a que el calcio es muy difícil de absorber para las plantas al ser un nutriente pesado su movilidad en la planta es baja siendo una dificultad para asimilarlo y absorberlo según menciona Marschner (1995), encontrándose en gran cantidad sobre el suelo de Las Pangas, para el magnesio también se registró un ligero aumento en la cantidad de nutrientes de 1.37meq/100gr de suelo en la primer muestra a 1.87meq/100gr en la segunda muestra, al ser un nutriente con movilidad media aun no representa dificultad para las plantas al absorberlos de forma asimilable encontrándose de igual manera en altas cantidades sobre el suelo.

Para los nutrientes menores o micronutrientes como El Sodio (Na), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), estos tuvieron un incremento muy pobre en el suelo siendo este de décimas y centésimas, manteniéndose en altas cantidades como Cobre y Zinc siendo el único nutriente como Manganeso que se encuentra en bajas cantidades. Por su parte el Sodio se mantiene como no sódico siendo concentración de sodio baja en el suelo, lo que implica que La Panga #3 no presenta problemas de salinidad o sodicidad, siendo el hierro que se obtuvo un cambio significativo de 27.18ppm en la primera muestra a 49.38ppm en la segunda muestra dentro del suelo. Según mención agrocares (2024), esto puede deberse al aumento de acidez en pH. Los niveles ideales de pH del suelo para una cantidad suficiente de hierro disponible para las plantas se encuentran en suelos ligeramente ácidos en un rango de pH entre 5,5 y 6,5. La toxicidad por hierro comenzará a producirse cuando los niveles de pH del suelo caigan por debajo de 5,5. La toxicidad por hierro puede deberse a tasas excesivas de aplicación de fertilizantes o a problemas con la fuente de agua de riego (agrocares 2024).

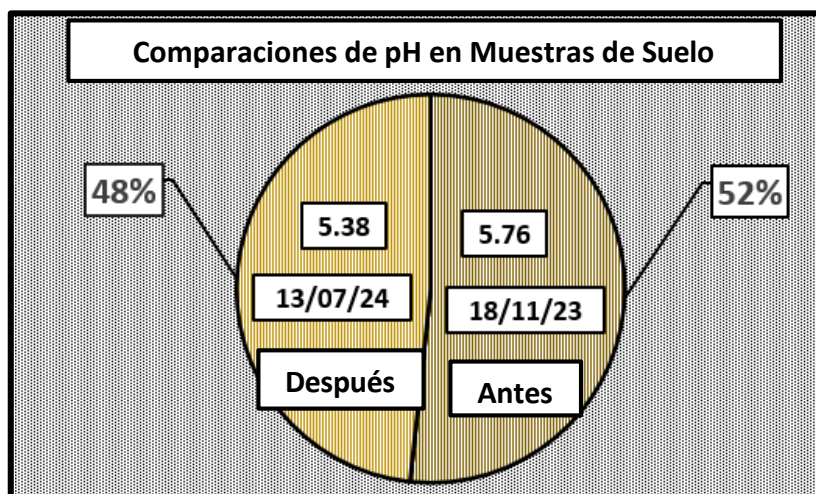


Gráfico 3. Acidez en pH sobre agua de los muestreos de suelo.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

7.1.2 pH: Según los resultados mostrados en el gráfico 3, sobre los niveles de pH en las diferentes muestras de tierra, en la cual, se observa una leve diferencia no significativa sobre la reducción del pH y un ligero aumento de acidez entre la 1ra (5.76%) y la 2da (5.38%) porcentajes de muestras de tierra que fueron tomadas dentro del lote las pangas #3, esto puede ser debido a la formación de ácidos húmicos y fulvicos en la formación de materia orgánica en el suelo.

Tal como se postula en Humic Factory (2024), El ácido húmico puede influir en los niveles de pH del suelo a través de su capacidad amortiguadora, propiedades de intercambio iónico e interacciones con los minerales del suelo y otros componentes del mismo.

Si bien el ácido húmico en sí es ácido por naturaleza, sus efectos sobre el pH del suelo pueden variar según factores como la concentración de ácido húmico aplicada, el tipo de suelo, el pH inicial del suelo y las condiciones ambientales.

El ácido húmico facilita la descomposición de la materia orgánica del suelo, lo que da lugar a la liberación de ácidos orgánicos y otros subproductos de la descomposición que pueden influir en el pH del suelo.

Durante la descomposición de la materia orgánica, se producen ácidos orgánicos como los ácidos húmicos y fúlvicos, que pueden contribuir a la acidificación del suelo debido a su naturaleza ácida.

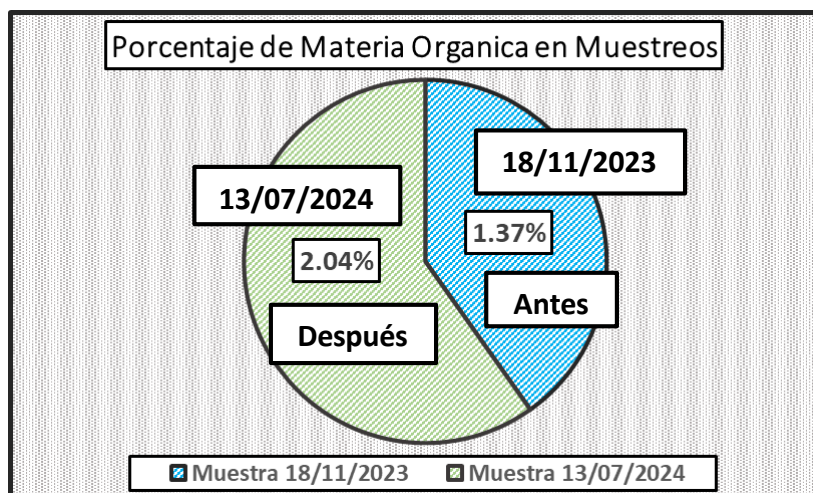


Grafico 4. Porcentaje en materia orgánica sobre muestreos de suelo.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

7.1.3 Materia orgánica: Tal y como se logra observar en el grafico 4, los Porcentajes de Materia Orgánica en los diferentes Muestreos de Suelo, según los resultados obtenidos estos indican un incremento significativo del porcentaje en el lapso de tiempo en que se implementaron las prácticas de la agricultura regenerativa pasando de un 1.37% (bajo) a 2.04% (medio) desde el 18 de noviembre del 2023 hasta el 13 de julio 2024.

Esto quiere decir que la aplicación de Abono Orgánico dentro de La Panga #3 tuvo resultado positivo en el aumento de materia orgánica, lo que sirvió para la descomposición, retención de agua dentro del terreno y un mínimo aporte de nutrientes a pesar de que los nutrientes como fosforo y potasio se encontraban en cantidades mayores antes de aplicar las prácticas de la agricultura regenerativa. Agüero y Alfonso (2014), mencionan lo siguiente: El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo.

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (16). Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (Agüero y Alfonso 2014).

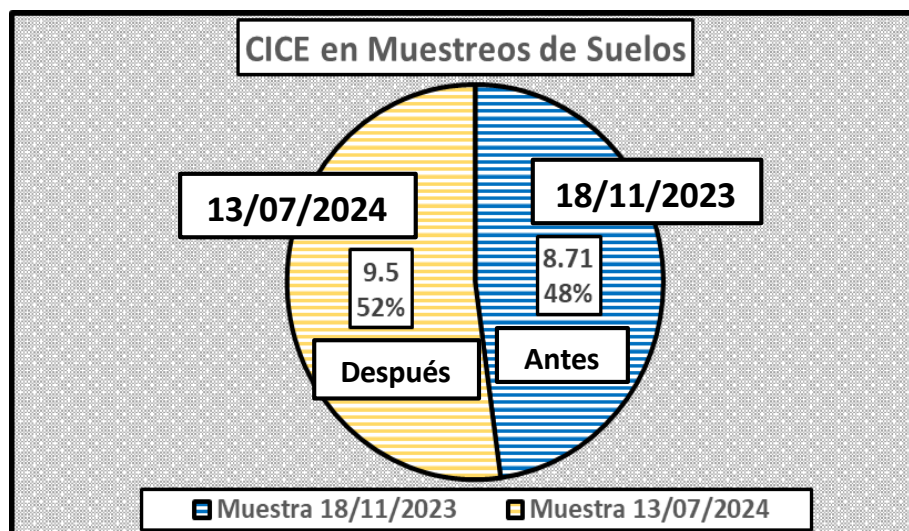


Grafico 5. Capacidad de intercambio catiónica efectiva en muestreos de suelo.

Fuente: (Elaboración propia 2024).

7.1.4 CICE: Por último, según se los resultados obtenidos en los análisis de muestreos químico se observó un leve incremento en la capacidad de intercambio catiónico efectiva esto debido al aumento de la materia orgánica, tal y como se demostró en el “grafico 5” de los porcentajes de Materia Orgánica ya que el contenido de esta, contribuye significativamente a la CICE, lo que ocasiona que sus componentes tengan una gran cantidad de cargas negativas que pueden retener cationes, esto permite que se pueda almacenar y liberar los nutrientes esenciales para las plantas dentro de la Panga, ya que, a medida que se descompone la materia orgánica se incorporan más residuos orgánicos al suelo, tal como menciona Abrego (s.f.) en su exposición de la calidad ambiental de suelos.

Por lo general, los suelos con alta CIC, son aquellos con altos contenidos de arcilla y/o materia orgánica. La alta CIC les brinda mayor capacidad para retener nutrientes, eso normalmente los hace más fértiles. Los denominados cationes del suelo son el K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Al^{3+} y H^+ . Estos cationes son los predominantes en los suelos agrícolas y pueden ser reemplazados por otros cationes presentes en la solución del suelo. El NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} y Cu^{2+} son otros nutrientes que presentan carga positiva, pero se encuentran en cantidades muy pequeñas. En relación al contenido de estos cationes intercambiables, la cantidad de estos en la solución del suelo es muy pequeña comparando con la cantidad que se retiene en las arcillas. Entonces la mayor proporción de cationes están adheridos a las superficies de las partículas del suelo, y los cuales están en equilibrio con la solución del suelo. La CIC, por lo tanto, proporciona una reserva de nutrientes para reponer los nutrientes que fueron absorbidos por las plantas o lavados de la zona radical (INTAGRI 2015).

7.2 Resultados de Muestras Físicas en Laboratorio.

7.2.1 Determinación de textura en suelo por método de bouyoucos.

Muestra #1

Fecha: 18/11/2023.

Cuadro 4. Tabla de lecturas de muestra #1 del 18/11/2023 en análisis de bouyoucos.

Mx1 100gr			
Tiempo	Hora de Lectura	Lectura del hidrómetro g/L	Temperatura
40 segundos	10:34	42 g/L	29 °C
2 horas	12:34	9 g/L	27 °C

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Cuadro 5. Tablas de correcciones de muestra #1 del 18/11/2023 en análisis de bouyoucos.

Tiempo	Lectura del Hidrómetro g/L	Temperatura en °C	Lectura corregida por Temperatura	Lectura del Blanco	Lectura Corregido por Blanco	Medidas de las partículas en suspensión de acuerdo a los tiempos estipulados por Bouyoucos (mm)
40 Seg.	42 g/L	29 °C	46.5 g/L	3 g/L	43.5 g/L	0.05
2 Hrs.	9 g/L	27 °C	12.5 g/L	3 g/L	9.5 g/L	0.002

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Formula: % Arcilla + Limo = $\frac{(\text{Lectura corregida a los 40 segundos}) \times 100}{\text{Peso de suelo seco}}$

$$\% \text{ Arcilla + Limo} = \frac{(43.5 \text{ gr/L}) \times 100}{100\text{gr}} = 43.5\%$$

Formula: % Arcilla = $\frac{(\text{Lectura corregida a las dos horas}) \times 100}{\text{Peso de suelo seco}}$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{(9.5 \text{ gr/L}) \times 100}{100 \text{ gr}} = 9.5\%$$

Formula: % Arena = 100 – (% limo + % arcilla)

$$\% \text{ Arena} = 100 - 43.5 = 56.5\%$$

Formula: % Limo = 100 - % Arena + % Arcilla

$$\% \text{ Limo} = 100 - (56.5 + 9.5) = 34\%$$

Muestra #2

Fecha: 18/11/2023.

Cuadro 6. Tabla de lecturas de muestra #2 del 18/11/2023 en análisis de bouyoucos.

Mx2 100gr			
Tiempo	Hora de Lectura	Lectura del hidrómetro g/Lts	Temperatura
40 seg	10:31	33 g/lts	30 °C
2 hrs	12:31	5 g/lts	28 °C

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Cuadro 7. Tablas de correcciones de muestra #2 del 18/11/2023 en análisis de bouyoucos.

Tiempo	Lectura del Hidrómetro g/L	Temperatura en °C	Lectura corregida por Temperatura	Lectura del Blanco	Lectura Corregido por Blanco	Medidas de las partículas en suspensión de acuerdo a los tiempos estipulados por Bouyoucos (mm)
40 Seg.	33 g/L	30 °C	38.0 g/L	3 g/L	35.0 g/L	0.05
2 Hrs.	5 g/L	28 °C	9.0 g/L	3 g/L	6.0 g/L	0.002

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Formula: % Arcilla + Limo = $\frac{\text{Lectura corregida a los 40 segundos}}{\text{Peso de suelo seco}} \times 100$

$$\% \text{ Arcilla + Limo} = \frac{(35.0 \text{ gr/L})}{100\text{gr}} \times 100 = 35\%$$

Formula: % Arcilla = $\frac{\text{Lectura corregida a las dos horas}}{\text{Peso de suelo seco}} \times 100$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{(6.0 \text{ gr/L})}{100\text{gr}} \times 100 = 6\%$$

Formula: % Arena = 100 – (% limo + % arcilla)

$$\% \text{ Arena} = 100 - 35 = 65\%$$

Formula: % Limo = 100 - % Arena + % Arcilla

$$\% \text{ Limo} = 100 - (65 + 6) = 29\%$$

Triangulo textural

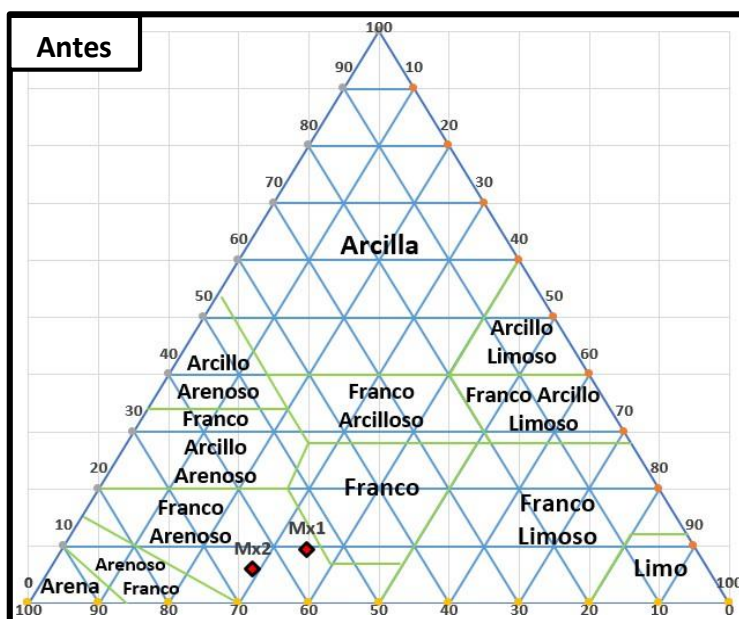


Imagen 15. Clasificación de la 1ra toma de muestreos de suelo en triangulo de textural del suelo.

Fuente: (Elaboracion propia 2024).

Muestra #1

Fecha: 13/07/2024.

Cuadro 8. Tabla de lecturas de muestra #1 del 13/07/2024 en análisis de bouyoucos.

Mx1 100gr			
Tiempo	Hora de Lectura	Lectura del hidrómetro g/L	Temperatura
40 segundos	01:16	35 g/L	26 °C
2 horas	03:16	11 g/L	25 °C

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Cuadro 9. Tablas de correcciones de Muestra #1 del 13/07/2024 en Análisis de Bouyoucos.

Tiempo	Lectura del Hidrómetro g/L	Temperatura en °C	Lectura corregida por Temperatura	Lectura del Blanco	Lectura Corregido por Blanco	Medidas de las partículas en suspensión de acuerdo a los tiempos estipulados por Bouyoucos (mm)
40 Seg.	35 g/L	26 °C	40.0 g/L	3 g/L	37.0 g/L	0.05
2 Hrs.	11 g/L	25 °C	16.0 g/L	3 g/L	13.0 g/L	0.002

Fuente: (Elaboración propia 2024).

$$\text{Formula: \% Arcilla + Limo} = \frac{(\text{Lectura corregida a los 40 segundos}) \times 100}{\text{Peso de suelo seco}}$$

$$\% \text{ Arcilla + Limo} = \frac{(37.0 \text{ gr/L}) \times 100}{100\text{gr}} = 37\%$$

$$\text{Formula: \% Arcilla} = \frac{(\text{Lectura corregida a las dos horas}) \times 100}{\text{Peso de suelo seco}}$$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{(13.0 \text{ gr/L}) \times 100}{100\text{gr}} = 13\%$$

$$\text{Formula: \% Arena} = 100 - (\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla})$$

$$\% \text{ Arena} = 100 - 37 = 63\%$$

$$\text{Formula: \% Limo} = 100 - \% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla}$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (63 + 13) = 24\%$$

Muestra #2

Fecha: 13/07/2024.

Cuadro 10. Tabla de lecturas de muestra #2 del 13/07/2024 en análisis de bouyoucos.

Mx1 100gr			
Tiempo	Hora de Lectura	Lectura del hidrómetro g/L	Temperatura
40 segundos	02:36	42 g/L	26 °C
2 horas	04:36	10 g/L	25 °C

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Cuadro 11. Tablas de correcciones de muestra #2 del 13/07/2024 en análisis de bouyoucos.

Tiempo	Lectura del Hidrómetro g/L	Temperatura en °C	Lectura corregida por Temperatura	Lectura del Blanco	Lectura Corregido por Blanco	Medidas de las partículas en suspensión de acuerdo a los tiempos estipulados por Bouyoucos (mm)
40 Seg.	42 g/L	26 °C	47.0 g/L	3 g/L	44.0 g/L	0.05
2 Hrs.	10 g/L	25 °C	15.0 g/L	3 g/L	12.0 g/L	0.002

Fuente: (Elaboración propia 2024).

$$\text{Formula: \% Arcilla + Limo} = \frac{(\text{Lectura corregida a los 40 segundos}) \times 100}{\text{Peso de suelo seco}}$$

$$\% \text{ Arcilla + Limo} = \frac{(44.0 \text{ gr/L})}{100\text{gr}} \times 100 = 44\%$$

$$\text{Formula: } \% \text{ Arcilla} = \frac{(\text{Lectura corregida a las dos horas})}{\text{Peso de suelo seco}} \times 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{(12.0 \text{ gr/L})}{100\text{gr}} \times 100 = 12\%$$

$$\text{Formula: } \% \text{ Arena} = 100 - (\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla})$$

$$\% \text{ Arena} = 100 - 44 = 56\%$$

$$\text{Formula: } \% \text{ Limo} = 100 - \% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla}$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (56 + 12) = 32\%$$

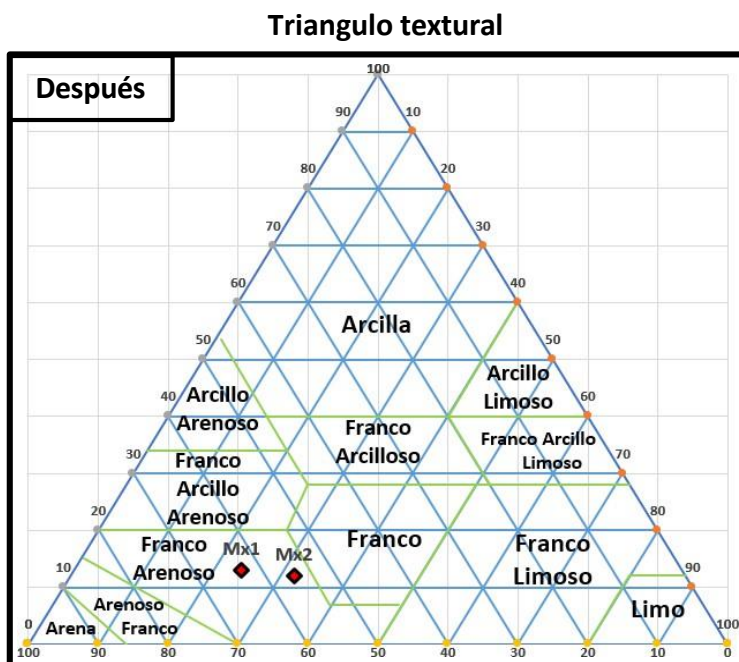


Imagen 16. Clasificación de la 2da toma de muestreos de suelo en triangulo de textural del suelo.

Fuente: (Elaboracion propia 2024).

Según los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador al determinar la textura del suelo de la primera y segunda toma de muestra del lote #3 de La panga por el método de bouyoucos a este tipo de suelos se determinó como: Franco arenoso. Debido a que, dentro de la composición de los muestreos 1 en la imagen 15 (antes) y 2 en la imagen 16 (después) de suelos, oscilan entre rangos aproximados con un porcentaje de 55-65% en Arena, 25-35% en Limo y menos del 15% en Arcilla obtenidas en las lecturas con hidrómetro.

Esta composición otorga características específicas, siendo ideales para algunos tipos de cultivos, aunque tengan limitaciones para otros. Debido a su alto contenido de arena, estos suelos tienen un excelente drenaje, lo cual evita la acumulación de agua y reduce la probabilidad de encharcamiento según indica Yarafer (2024), Sin embargo, su capacidad de retención de agua es limitada, lo que significa que tienden a secarse más rápidamente, por lo que son susceptibles para cultivos resistentes a sequías y de altas temperatura como sorgo, camote, yuca, girasoles, árboles frutales como marañón y yaka, especies de cactus como pitahaya. También pueden utilizarse para cultivos de raíz y tubérculos, ya que las raíces pueden crecer libremente en la estructura suelta del suelo (Tigard Sand & Gravel 2025).

Los suelos franco arenosos son suelos sueltos y de textura ligera, lo cual permite una buena aireación y facilita el crecimiento de las raíces. La facilidad con la que se trabaja también los hace ideales para el laboreo y arado. Aunque los suelos francos arenosos tienden a perder nutrientes con más facilidad debido al drenaje rápido, estos suelos pueden enriquecerse con materia orgánica y fertilizantes para mantener su fertilidad, esto les ayuda a retener nutrientes para mejorar su capacidad de soporte para los cultivos. Los suelos franco arenosos tienden a calentarse rápidamente, lo que es beneficioso para el crecimiento de plantas en climas fríos, pero en climas tropicales la rápida pérdida de agua puede requerir riego frecuente para evitar el estrés hídrico en las plantas (Yarafer 2024).

7.2.2 Determinación de densidad aparente por método de terrón parafinado.

Cuadro 12. Registros de datos en muestra #1 del día 18/11/2023 en análisis por método de terrón parafinado.

Terrones Mx1 18/11/2023.				
Terrones	Peso sin Parafina (gr)	Peso con Parafina (gr)	Volumen Desplazado (ml)	Densidad Aparente (g/cm ³)
Punto "A" 1	96	102	71	1.49
Punto "B" 2	85	93	66	1.49
Punto "C" 3	36	40	29	1.47

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Terrón #1

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 96gr – 102gr = 6gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 6gr/0.86g/cc = 6.97

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 71 – 6.97 = 64.03

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 96/64.03 = 1.499

Terrón #2

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 85gr – 93gr = 8gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 8gr/0.86g/cc = 9.30

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 66 – 9.30 = 56.7

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 85/56.7 = 1.499

Terrón #3

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 36gr – 40gr = 4gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 4gr/0.86g/cc = 4.65

Volumen del Terron = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 29 – 4.65 = 24.35

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terron = 36/24.35 = 1.478

Media (X) = 1.48 g/cm³ Densidad Aparente.

Cuadro 13. Registros de datos en muestra #2 del día 18/11/2023 en análisis por método de terrón parafinado.

Terrones Mx2 18/11/2023.				
Terrones	Peso sin Parafina (gr)	Peso con Parafina (gr)	Volumen Desplazado (ml)	Densidad Aparente (g/cm ³)
Punto "A" 1	39gr	44gr	29	1.68
Punto "B" 2	54gr	61gr	44	1.50
Punto "C" 3	48gr	54gr	37	1.48

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Terrón #1

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 39gr – 44gr = 5gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 5gr/0.86g/cc = 5.81

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 29 – 5.81 = 23.19

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 39/23.19 = 1.68

Terrón #2

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 54gr – 61gr = 7gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 7gr/0.86g/cc = 8.14

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 44 – 8.14 = 35.86

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 54/35.86 = 1.50

Terrón #3

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 48gr – 54gr = 6gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 6gr/0.86g/cc = 6.97

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 37 – 6.97 = 30.03

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 48/30.03 = 1.60

Media (X) = 1.55 g/cm³ Densidad Aparente.

Cuadro 14. Registros de datos en muestra #1 del día 13/7/2024 en análisis por método de terrón parafinado.

Terrones Mx1 13/07/2024.				
Terrones	Peso sin Parafina (gr)	Peso con Parafina (gr)	Volumen Desplazado (ml)	Densidad Aparente (g/cm ³)
Punto "A" 1	56	60	40	1.58
Punto "B" 2	51	53	35	1.56
Punto "C" 3	32	39	31	1.48

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Terrón #1

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 56gr – 60gr = 4gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 4gr/0.86g/cc = 4.65

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 40 – 4.65 = 35.35

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 56/35.35 = 1.58

Terrón #2

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 51gr – 53gr = 2gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 2gr/0.86g/cc = 2.32

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 35 – 2.32 = 32.68

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 51/32.68 = 1.56

Terrón #3

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 32gr – 39gr = 7gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 7gr/0.86g/cc = 8.13

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 31 – 8.13 = 22.87

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 32/22.87 = 1.40

Media (X) = 1.54 g/cm³ Densidad Aparente.

Cuadro 15. Registros de datos en muestra #2 del día 13/7/2024 en análisis por método de terrón parafinado.

Terrones Mx2 13/07/2024.				
Terrones	Peso sin Parafina (gr)	Peso con Parafina (gr)	Volumen Desplazado (ml)	Densidad Aparente (g/cm ³)
Punto "A"1	64	70	50	1.48
Punto "B"2	44	52	38	1.53
Punto "C"3	62	74	55	1.51

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Terrón #1

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 64gr – 70gr = 6gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 6gr/0.86g/cc = 6.97

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 50 – 6.97 = 43.03

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 64/43.03 = 1.48

Terrón #2

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 44gr – 52gr = 8gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 8gr/0.86g/cc = 9.30

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 38 – 9.30 = 28.7

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 44/28.7 = 1.53

Terrón #3

Peso de Parafina = P. sin P. – P. con P.

Peso de Parafina = 62gr – 74gr = 12gr

Densidad de Parafina = 0.86g/cc

Volumen de Parafina = 12gr/0.86g/cc = 13.95

Volumen del Terrón = Vol. Desplazado – Vol. Parafina = 55 – 13.95 = 41.05

Densidad = P. sin Parafina / Vol. Terrón = 62/41.05 = 1.51

Media (X) = 1.50 g/cm³ Densidad Aparente.

Cuadro 16. Tabla de clasificación textural según densidad aparente.

Clasificación de Texturas del Suelo por Densidad Aparente	
Textura	Densidad Aparente (g/cm ³)
Suelos Arenosos	1.65g cm ⁻³
Suelos Franco Arenoso	1.5g cm ⁻³
Suelos de Textura Franca	1.4g cm ⁻³
Suelos Franco Arcilloso	1.33g cm ⁻³
Suelos Arcillo Arenoso	1.3g cm ⁻³
Suelos Arcillosos	1.25g cm ⁻³

Fuente: (FAO 2009).

La densidad aparente es un valor que varía con la textura. Valores de D_a para suelos no compactados son: en suelos arenosos de 1,65 g cm⁻³; para suelos franco arenoso, 1,5 g cm⁻³; suelos de textura Franca, 1,4 g cm⁻³; Franco Arcilloso, 1,33 g cm⁻³; Arcillo Arenoso, 1,3 g cm⁻³ y los suelos Arcillosos, 1,25 g cm⁻³. La D_a es un parámetro importante a considerar en la clasificación de calidad de un suelo. Suelos con valores altos de D_a determinan un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, debido a la poca aireación y una baja infiltración del agua en el suelo (FAO 2009). Densidad aparente: Para determinar la Densidad Aparente del suelo del Lote #3 de Las Pangas utilizando el método de terrón parafinado se determinó una media de 1.48gr/cm³ en la primera muestra y 1.55gr/cm³ en la segunda del día 18/11/2023 (antes), determinándose en los rangos de tierra tipo franco arenoso debido a una mezcla equilibrada de arena, limo y algo de arcilla, con una mayor proporción de partículas de arena.

Para su segundo análisis después de aplicar las prácticas de agricultura regenerativa los resultados oscilaban siempre por rangos similares de $1.54\text{gr}/\text{cm}^3$ en la primera muestra y $1.50\text{gr}/\text{cm}^3$ en la segunda del día 13/07/2024 (después), determinándose y confirmándose siempre como suelo franco arenoso según la tabla de clasificación textural por densidad aparente de la FAO (Cuadro 12), sin ningún cambio significativo en su textura.

7.3 Resultados de muestras biológicas en laboratorio.

7.3.1 Recuento de organismos

7.3.2 Especies de organismos identificados en porciones de tierra


Clase	Insecta	
Orden	Hymenoptera	
Familia	Formicidae	
Genero	<u>Lasius</u>	
Especie	<u>niger</u>	

Imagen 17. Clasificación taxonómica hormiga común.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Hemiptera	
Familia	Aphididae	
Genero	<u>Rhopalosiphum</u>	
Especie	<u>rufiabdominalis</u>	

Imagen 18. Clasificación taxonómica pulgón de raíz.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Clitellata	
Orden	Lumbriculida	
Familia	Lumbriculidae	
Genero	<u>Lumbricus</u>	
Especie	<u>variegatus</u>	

Imagen 19. Clasificación taxonómica lombriz de tierra.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

Clase	Insecta	
Orden	Coleoptera	
Familia	Elateridae	
Genero	<i>Agriotes</i>	
Especie	<i>spp.</i>	

Imagen 20. Clasificación taxonómica gusano de alambre.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

Cuadro 17. Tabla conteo de organismos en porción de tierra #1.

Conteo de Organismos Visibles Antes (18/11/2023).	
Organismos	Cantidades
Lombrices	19
Hormigas	3
Pulgón de Raíz	3
Total	25

Fuente: (Elaboración propia 2024).

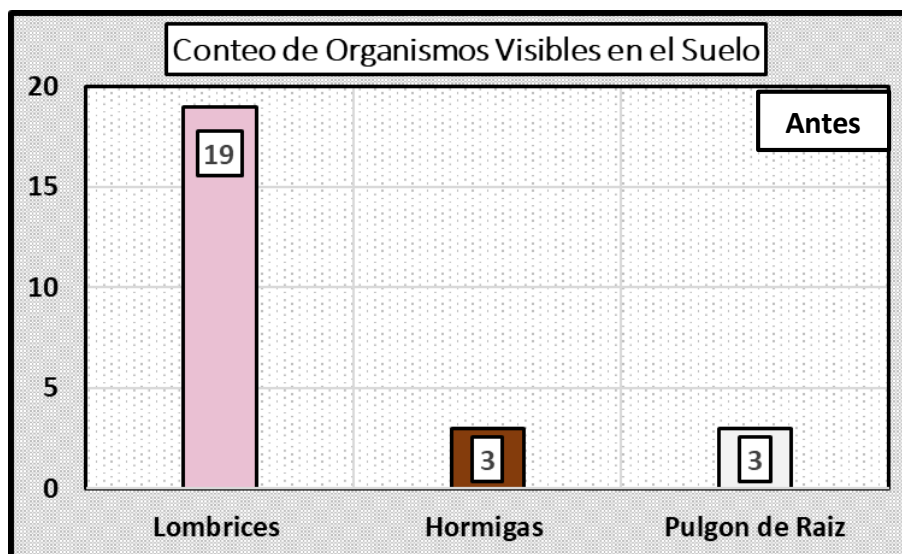


Grafico 6. Cuantificación de organismos visibles en el suelo Muestreo #1 (18/11/2023).

Fuente: (Elaboración propia 2024).

Cuadro 14. Tabla conteo de organismos en porción de tierra #2.

Conteo de Organismos Visibles Antes (18/11/2023).	
Organismos	Cantidades
Lombrices	9
Hormigas	7
Gusano de Alambre	3
Pulgón de Raíz	5
Total	24

Fuente: Elaboración propia (2024).

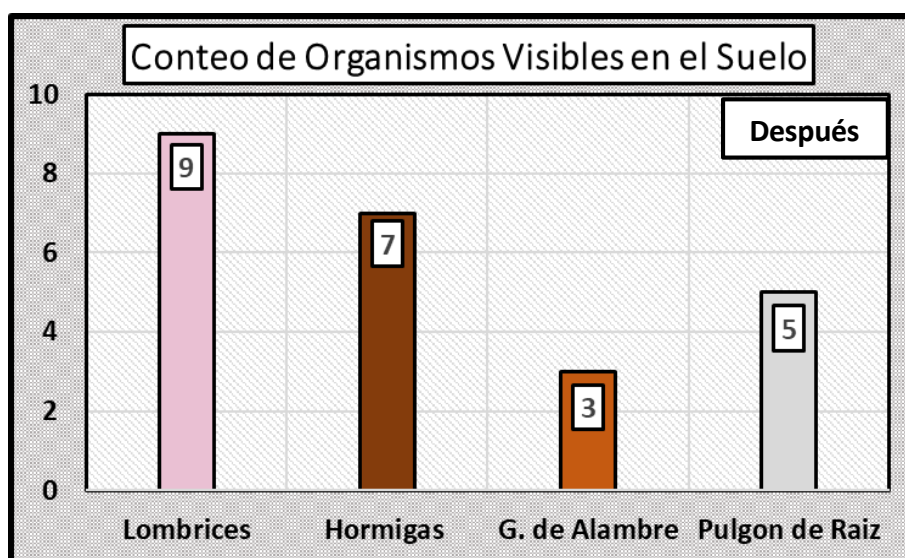


Grafico 7. Cuantificación de organismos visibles en el suelo Muestreo #2 (13/07/2024).

Fuente: (Elaboración propia 2024).

7.3.3 Recuento de organismos: Dentro de los 2 muestreos de tierra que fueron extraídos dentro La Panga #3, para realizar el recuento de organismos en la primera porción de tierra tomada dentro del lote, al iniciar se identificaron 3 especies de organismos (la hormiga común, el pulgón de raíz y la lombriz de tierra). Para los cuales fueron contabilizados con una cantidad de: 19 Lombrices, 3 Hormigas y 3 Pulgones de raíz teniéndose en total de 25 organismos (grafico 6) en el conteo. En la segunda porción de tierra se obtuvo un conteo de: 9 Lombrices, 7 Hormigas y 5 Pulgones detectándose una nueva especie encontrándose 3 veces sobre la porción de tierra (gusano de alambre) siendo un total de 24 organismos encontrados (grafico 7), identificándose 4 especies en total y 49 organismos en las 2 porciones de tierra tomadas como muestreo.

Como se logra observar dentro del grafico 7, número de lombrices de tierra disminuyo significativamente entre la primera y la segunda porción de tierra mostrando un resultado negativo ante esta situación. Dentro de la agricultura regenerativa las lombrices de tierra son fundamentales para la salud, resistencia y fertilidad del suelo, estos organismos tiene la función de descomponer la materia orgánica en el suelo y estimular la actividad microbiana, su abrupto disminución puede deberse a la intervención de máquinas con tractor agrícola realizando labores de arado y rastra, es importante recordar que las lombrices se siente más cómodas al habitar en lugares tranquilos húmedos con abundante materia orgánica y protegidos de la luz solar directa (Pur Plant 2025), lo cual labores de arado y rastra no permiten un hábitat estable para las lombrices al voltear y nivelar el suelo perdiéndose gran parte de la materia orgánica dentro del lote.

Para otros organismos como las hormigas y los pulgones de raíz estos aumentaron sus cantidades en el recuento de la segunda porción de tierra a diferencia del primero a pesar de encontrarse un mayor número de organismos, aunque la población de organismos sea de diferencia uno, se demostró una mayor diversidad de organismos en la segunda porción de tierra al incorporarse el gusano de alambre en el recuento de organismos. La aparición al gusano de alambre puede deberse a 2 factores, la primera por la atracción del CO₂ que liberan las semillas en germinación cuando se realizó la siembra del sorgo dentro del lote y la textura del suelo ya que los suelos sueltos y arenosos favorecen su proliferación. Según lo postulado en USDA (2020), el gusano de alambre causa daños a los cultivos de hortalizas, así como a los cultivos de campo, como el maíz, el sorgo, la soja, el tabaco y el trigo. Los gusanos de alambre se sienten atraídos por el CO₂ liberado por las semillas en germinación y pueden ser una plaga en cultivos de semillas grandes, como los frijoles, los guisantes y el maíz. Ahora como se menciona en Plantix (2025), Las hembras ponen varios cientos de huevos individuales entre las partículas del suelo durante el verano. Los suelos sueltos y arenosos favorecen su proliferación. A menudo esto ocasiona áreas con densidades bajas en el sembradío y menos cosechas.

7.4 Identificación de especies de flora y fauna dentro del lote 3# la panga.

7.4.1 Flora

Clase	Magnoliopsida	
Orden	Malvales	
Familia	Malvaceae	
Genero	<i>Malva</i>	
Especie	<i>parviflora</i>	

Imagen 21. Clasificación taxonómica de malva de castilla.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Poaceae	
Genero	<u>Cynodon</u>	
Especie	<u>nlemfuensis</u>	

Imagen 22. Clasificación taxonómica planta arvense pasto estrella o tumbabobos.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Poaceae	
Genero	<u>Megathyrsus</u>	
Especie	<u>maximus</u>	

Imagen 23. Clasificación taxonómica pasto agrosavia sabanera.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Poaceae	
Genero	<u>Paspalum</u>	
Especie	<u>fasciculatum</u>	

Imagen 24. Clasificación taxonómica pasto camalote.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Poaceae	
Genero	<u>Agrostis</u>	
Especie	<u>spp.</u>	

Imagen 25. Clasificación taxonómica hierba rastrera.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Magnoliopsida	
Orden	Zygophyllales	
Familia	Zygophyllaceae	
Genero	<u>Kallstroemia</u>	
Especie	<u>pubescens</u>	

Imagen 26. Clasificación taxonómica kallstroemia.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Magnoliopsida	
Orden	Asterales	
Familia	Asteraceae	
Genero	<u>Cyclachaena</u>	
Especie	<u>xanthiifolia</u>	

Imagen 27. Clasificación taxonómica hierba de pantano.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Cyperaceae	
Genero	<u>Cyperus</u>	
Especie	<u>rotundus</u>	

Imagen 28. Clasificación taxonómica arvense coquillo.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Magnoliopsida	
Orden	Asterales	
Familia	Asteraceae	
Genero	<u>Aldama</u>	
Especie	<u>dentata</u>	

Imagen 29. Clasificación taxonómica flor o hierba amarilla (Garañona).

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Liliopsida	
Orden	Poales	
Familia	Poaceae	
Genero	<u>Sorghum</u>	
Especie	<u>drummondii</u>	

Imagen 30. Clasificación taxonómica pasto sudan (Hibrido).

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

7.4.2 Fauna


Clase	Insecta	
Orden	Coleoptera	
Familia	Chrysomelidae	
Genero	<u>Chrysolina</u>	
Especie	<u>coerulans</u>	

Imagen 31. Clasificación taxonómica escarabajo de menta azul.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

Clase	Insecta	
Orden	Hemiptera	
Familia	Miridae	
Genero	<u>Prepops</u>	
Especie	<u>spp.</u>	

Imagen 32. Clasificación taxonómica miridos o chinches de las hojas.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Lepidoptera	
Familia	Geometridae	
Genero	<u>Hesperumia</u>	
Especie	<u>sulphuraria</u>	

Imagen 33. Clasificación taxonómica polillita de azufre.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Hemiptera	
Familia	Cicadidae	
Genero	<u>Quesada</u>	
Especie	<u>gigas</u>	

Imagen 34. Clasificación taxonómica cigarra.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Orthoptera	
Familia	Acrididae	
Genero	<u>Spathosternum</u>	
Especie	<u>prasiniferum</u>	

Imagen 35. Clasificación taxonómica saltamontes común.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Lepidoptera	
Familia	Noctuidae	
Genero	<u>Spodoptera</u>	
Especie	<u>ornithogalli</u>	

Imagen 36. Clasificación taxonómica gusano cuerudo.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

Clase	Insecta	
Orden	Diptera	
Familia	Muscidae	
Genero	<u>Musca</u>	
Especie	<u>domestica</u>	

Imagen 37. Clasificación taxonómica mosca común.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Hemiptera	
Familia	Pentatomidae	
Genero	<u>Zicrona</u>	
Especie	<u>caerulea</u>	

Imagen 38. Clasificación taxonómica chinche azul.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Hemiptera	
Familia	Reduviidae	
Genero	<u>Oncerothelus</u>	
Especie	<u>spp.</u>	

Imagen 39. Clasificación taxonómica especie de chinche asesina.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Coleoptera	
Familia	Scarabaeidae	
Genero	<u>Phyllophaga</u>	
Especie	<u>spp.</u>	

Imagen 40. Clasificación taxonómica gallina ciega.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Orthoptera	
Familia	Acrididae	
Genero	<u>Hesperotettix</u>	
Especie	<u>spp.</u>	

Imagen 41. Clasificación taxonómica especie de saltamontes de las hojas.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Insecta	
Orden	Lepidoptera	
Familia	Sphingidae	
Genero	<u>Manduca</u>	
Especie	<u>sexta</u>	

Imagen 42. Clasificación taxonómica polilla o papalota.

Fuente: Elaboración propia con datos de GBIF 2024c.


Clase	Aves	
Orden	Passeriformes	
Familia	Icteridae	
Genero	<u>Quiscalus</u>	
Especie	<u>mexicanus</u>	

Imagen 43. Clasificación taxonómica del zanate.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Sauropsida	
Orden	Testudines	
Familia	Geomydidae	
Genero	<u>Rhinoclemmys</u>	
Especie	<u>pulcherrima</u>	

Imagen 44. Clasificación taxonómica tortuga de bosque.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

Clase	Amphibia	
Orden	Anura	
Familia	Hylidae	
Genero	<u>Smilisca</u>	
Especie	<u>phaeota</u>	

Imagen 45. Clasificación taxonómica rana enmascarada.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).


Clase	Amphibia	
Orden	Anura	
Familia	Eleutherodactylidae	
Genero	<i>Eleutherodactylus</i>	
Especie	<i>coqui</i>	

Imagen 46. Clasificación taxonómica coquí común.

Fuente: (Elaboración propia con datos de GBIF 2024).

8. Conclusiones

A pesar que los resultados de análisis químicos no fueron los esperados si se obtuvo un aumento en la materia orgánica al hacer uso del abono orgánico y Biorremediación, por lo que las aplicaciones de dichas técnicas enfocada en la agricultura regenerativa si resultan efectivas para incorporar materia orgánica de manera sostenibles y de manera agroecológica con el medio ambiente.

Tanto los factores bióticos como las condiciones climáticas como los abióticos como los macro y microorganismos, flora y fauna pueden influir mucho en los resultados de efectividad dentro de la agricultura regenerativa, por lo que se debe tener un mayor control y supervisión de un ambiente equilibrado tomando medidas preventivas ante las adversidades que se presenten.

El uso de maquinaria agrícola, puede ser perjudicial para la salud del suelo ya que deja el suelo desnudo y expuesto a lluvias que erosionan el suelo y su compactación puede generar daños dentro de la estructura del suelo, labores como el arado y rastreo dejan al suelo sin cubierta vegetal que lo proteja.

Dentro de la Agricultura Regenerativa la aparición de lombrices de tierra son un alto indicador de restauración y salud en el suelo debido a sus múltiples funciones ya que contribuyen a mejorar la estructura del suelo, descomponen la materia orgánica y al mismo tiempo, fomentan la presencia de otras especies benéficas del suelo, como microorganismos y bacterias.

9. Bibliografía

- Abrego, L. Sin Fecha. Calidad Ambiental de Suelos: Determinación de La Capacidad de Intercambio Cationico. (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2025. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/archivos/002012_Ronda%25202012/000300_Lic.%2520Fabio%2520L.%2520Abrego%2520%2520UNNOBA/000300_Determinaci%25C3%25B3n%2520de%2520CIC.pdf&ved=2ahUKEwiP45nR8oiLAXU1TDABHXBYKO8QFnoECBcQBg&usq=AOvVawORb5aMPyywizYaYqU3h0SN
- Agrocares. 2024. ¿Por qué medir hierro y aluminio en el suelo? (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2025. Disponible: https://agrocares-com.translate.goog/why-measure-iron-and-aluminium-in-soil/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sge#:~:text=Los%20niveles%20ideales%20de%20pH,de%20micronutrientes%20en%20el%20campo.
- Agüero DM; Alfonso ET. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. (en línea). Vol 35, no 4, La Habana. Consultado 30 nov. 2024. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007#:~:text=El%20abono%20org%C3%A1nico%20es%20el,plantas%20que%20crecen%20en%20el.
- AlVelAl (Altiplano de Granada, Los Vélez y Alto Almanzora). 2019. Protocolo de Agricultura Regenerativa. (En Línea). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://4returns.commonland.com/wp-content/uploads/2020/12/Protocolo-Regen-Ag-AlVelAl.pdf>
- AMER Consultores. 2020. Biorremediación de Suelos. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.facebook.com/165444250708984/posts/biorremediacion-de-suelos-y-sus-aliados-en-amer-hay-tecnologia/710144769572260/>
- Andalucía Agroecológica, S.L. 2006. Manual básico de agricultura ecológica. (En Línea). Junta de Andalucía Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Andalucía, España. p.6. Consultado 1 dic. 2024. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/areas/produccion-ecologica/agricultura-ecologica/paginas/agricultura-ecologica-manual-basico.html>

- ArgenBio. 2024. Limpiando el ambiente: la biorremediación. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://argenbio.org/biotecnologia/aplicaciones-de-la-biotecnologia/171-limpiando-el-ambiente-la-biorremediacion>
- Bellesteros C. Sin fecha. La línea del tiempo de la agroecología. (en línea, sitio web). Consultado 30 nov. 2024. Disponible en: https://lineadetiempo.net/la-linea-del-tiempo-de-la-agroecologia/#google_vignette
- Cazar LP. 2021. Agricultura regenerativa, aliada para un futuro sostenible. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://intainforma.inta.gob.ar/agricultura-regenerativa-aliada-para-un-futuro-sostenible/>
- Ciencias Agronómicas UES (Universidad de El Salvador). 2020. Historia. (en línea, sitio web). Consultado 30 nov. 2024. Disponible en: https://www.agronomia.ues.edu.sv/quienes_somos.php?contenido_pk=2
- CONAHCYT (Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnología). 2023 Comparación de Agroecología con la Agricultura Convencional: Su Impacto Ambiental y Sustentabilidad. (en línea, sitio web). Consultado 8 dic. 2024. Disponible en: <https://farosagroecologicos.ciad.mx/comparacion-de-agroecologia-con-la-agricultura-convencional-impacto-ambiental-y-sustentabilidad>
- CREAF (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales). c2025. Agricultura Regenerativa. (en línea). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.creaf.cat/es/investigacion/temas-transversales/agriculturaregenerativa#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20agricultura%20regenerativa,por%20soluciones%20naturales%20y%20sostenibles.>
- Elikaherria. 2024. Línea de Tiempo de la Agroecología. (en línea, sitio web). Consultado 1 dic. 2024. Disponible en: <https://www.elikaherria.eus/linea-del-tiempo-de-la-agroecologia/>
- EPA (Environmental Protection Agency). c2012. Guía del ciudadano sobre la biorremediación. (en línea). Boletín EPA 542-F-12-003S Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/epa-542-f-12-003s_guia_del_ciudadano_sobre_la_biorremediacion.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. II Seminario Regional sobre Agroecología en América Latina y El Caribe. (En línea). La Paz, Bolivia. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fdeb33a-7681-42a2-afd8-ffad7360eb87/content>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. “Guía para la descripción de los suelos.” (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

alimentación, Roma, Italia. Cuarta Edición. p. 21-66. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b54d0348-dfce-413c-bd5d-142b3a14a049/content>

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1996. Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Cumbre mundial sobre la alimentación. Roma, Italia. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/4/w2612s/w2612s06.htm>

FERVALLE. c2024. Técnicas de agricultura regenerativa. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.fervalle.com/guia-completa-sobre-agricultura-regenerativa/#:~:text=Los%20abonos%20org%C3%A1nicos%20aportan%20a,de%20agua%2C%20etc.>).

Fisher MR. Sin Fecha. Agricultura Convencional. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: [https://espanol.libretexts.org/Biologia/Ecolog%C3%ADa/Biolog%C3%ADa_Ambiental_\(Fisher\)/09%3A_Agricultura_Convencional_y_Sustentable/9.03%3A_Agricultura_Convencional](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Ecolog%C3%ADa/Biolog%C3%ADa_Ambiental_(Fisher)/09%3A_Agricultura_Convencional_y_Sustentable/9.03%3A_Agricultura_Convencional)

Franquesa, M. 2022. Agricultura Convencional. (en línea, sitio web). Consultado 09 dic. 2024. Disponible: <https://blog.agroptima.com/es/blog/agricultura-convencional/>

FUSTER. c2023. La agricultura de pastoreo, una técnica ancestral. (en línea, sitio web). Consultado 30 nov. 2024. Disponible en: www.repuestosfuster.com/blog/la-agricultura-de-pastoreo-una-tecnica-ancestral/#:~:text=La%20agricultura%20de%20pastoreo%20es,en%20equilibrio%20con%20el%20eco sistema.

Geohring, L.D. and van Es. 1994. H.M.Liquid manure application systems. Design, Management and Environmental Assessment. Proceedings from the liquid manure application system conference. Rochester, New York. Northeast Regional. (En línea). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-UsodelEstiercolPorcinoSolidoComoAbonoOrganicoEnEIC-6830804%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-UsodelEstiercolPorcinoSolidoComoAbonoOrganicoEnEIC-6830804%20(1).pdf)

Gil, S. 2022. ¿Qué es la Revolución Verde? Pros y contras. (en línea, sitio web). Consultado 09 dic. 2024. Disponible en: <https://blog.scoolinary.com/que-es-la-revolucion-verde-pros-y-contras>

Gutiérrez, A. 2010. Densidad Aparente en Suelos Forestales del Parque Natural Los Alcornocales. (en línea). Consultado 21 ene. 2025. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>

- Humic Factory. 2024. ¿Cómo afecta el ácido húmico a los niveles de pH del suelo? (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://humicfactory.com/how-does-humic-acid-affect-soil-ph-levels>
- Iáñez E. 2007. Más allá de la revolución verde: un papel para la biotecnología. (En línea). Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada, España. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm>
- IFEMADRID. 2023. Qué es la agricultura regenerativa. (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2024. Disponible: <https://www.ifema.es/noticias/agricultura/que-es-la-agricultura-regenerativa-ventajas-y-beneficios#:~:text=La%20agricultura%20regenerativa%20se%20refiere,se%20celebra%20en%20IFEMA%20MADRID>
- INTAGRI. 2015. La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo. Serie Suelos. Núm. 09. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p. . (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- Ivanchuk N. c2024. Agricultura Regenerativa: Ventajas y Desventajas. (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2024. Disponible: <https://eos.com/es/blog/agricultura-regenerativa/#:~:text=Planificaci%C3%B3n%20Integral%20Del%20Pastoreo,otros%20terrenos%20vuelva%20a%20crecer.>
- Jiménez MA. 2024. Biorremediación. El uso de organismos para retirar contaminantes ambientales. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/biosanitario/biorremediacion/#:~:text=La%20biorremediaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,e%20inorg%C3%A1nicos%2C%20como%20metales%20pesados.>
- JM Restrepo; Ángel DI; Prager M. 2000. Agroecología. (En línea). Santo Domingo, República Dominicana. III p. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf
- Jury y Horton. 2004. Física del Suelo. (en línea). (sexta edición). John Wiley & Sons. Nueva Jersey, EE. UU. pág. 370. Consultado 21 ene. 2025. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022006831#bib20>
- Lombec. c2024. La revolución del Compost en la Agricultura Regenerativa y Ecológica (en línea, sitio web). Consultado 09 dic. 2024. Disponible en: <https://www.lombec.com/agricultura-regenerativa-y-compost>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería El Salvador). 2012. Clasificación de suelos por división Política de El Salvador, C.A. (En línea). San Salvador, El Salvador. 2, 33 p. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/149632/download>
- Manvert. 2024. El papel de los bioestimulantes y biofertilizantes en la agricultura regenerativa. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://manvert.com/medios/agricultura-regenerativa-bioestimulantes>
- Marschner. 1995. Movilidad y Absorción del Calcio. (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2025. Disponible en: [https://www.metroflorcolombia.com/el-calcio-en-las-plantas/#:~:text=Movilidad%20y%20absorci%C3%B3n%20del%20calcio,movilidad%20\(Marschner%C%201995\).](https://www.metroflorcolombia.com/el-calcio-en-las-plantas/#:~:text=Movilidad%20y%20absorci%C3%B3n%20del%20calcio,movilidad%20(Marschner%C%201995).)
- Martinez Castillo. 2002. Agroecología: Atributos de Sustentabilidad. (en línea). Ciudad Universitaria Carlos Monge Alfaro, Costa Rica. Revista de las Sedes Regionales, vol. III, pp. 25-45. Consultado 09 dic. 2024. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/666/66630504.pdf>
- Morales Ramírez, PE; Campos Cáceres, RJ; Rodríguez Urrutia, EA; Rodríguez Gracias OA; López Hernández, FM; Palacios Hernández DJ. 2023. Caracterización morfoagronómica de cuatro clones de café Robusta (*Coffea canephora* Pierre.) cultivados en dos sistemas agroforestales en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. (En línea). 5 p. Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/33858/2/Art%C3%ADculo%20cient%C3%ADfico.pdf>
- PARTNER CEG. c2025. Pastoreo Regenerativo (News, Blogs, Artículos). (en línea, sitio web). Consultado 09 dic. 2024. Disponible en: <https://partnerceg.org/pastoreo-regenerativo/propositos-practicas-y-beneficios>
- Plantix. 2025. Gusanos de Alambre. (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/600186/wireworms/>
- Primagas. 2023c. ¿Qué es la agricultura regenerativa? ¿Cómo funciona? (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://www.primagas.es/blog/agricultura-regenerativa>
- Purt Plant. c2025. Todo sobre la lombriz roja californiana (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://www.purplant.es/blog/todo-sobre-lombriz-roja-californiana/?srsId=AfmBOordCgroaKVa2samuOW7SjhUJjwwme9cqpyqilywfEsvBei2iU2I>
- Rosset, PM. 2001. LA CRISIS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL, LA SUSTITUCION DE INSUMOS, Y EL ENFOQUE AGROECOLÓGICO. (En línea). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://doctoradoagroecoudea.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/03/sustinsumos.pdf>

- Sergio Adrián; Mendoza-Mora y Fadul Vázquez. 2020. La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. (en línea). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. Volumen 7, p. 58-68. Consultado 25 ago. 2024. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739291>
- Tene WR; Encalada CA; Escala OA; Valarezo RA; Beltrán SC; Hevia SG. 2024. Evaluación de la Agricultura Regenerativa y el secuestro de carbono basado en mapas cognitivos difusos. (En Línea). Guayaquil, Ecuador. I, II p. Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/PAPER-N03B42-08-24-01_1.pdf
- Tigard Sand & Gravel LLC. c2025. ¿Qué es el suelo franco arenoso y para qué se utiliza? (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://www.tigardsandandgravel.com/what-is-sandy-loam-soil-and-what-is-it-used-for/>
- TVX. 2013. ZONA FRANCA: REVOLUCIÓN VERDE. (en línea, video). 0:36 seg., son., color. Consultado 04 dic. 2024. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=w87iM35PnZQ>
- Vermiduro. 2024. Efectos de la agricultura convencional frente a ecológica en el medio ambiente. (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2024. Disponible en: <https://vermiduro.es/efectos-de-la-agricultura-convencional-frente-a-agricultura-sostenible/>
- YaraFert. 2024. Suelo franco Arenoso: Características, Beneficios y Consejos de Jardinería. (en línea, sitio web). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en: <https://yarafert.com/sandy-loam-soil/#Characteristics>

10. Anexos



A-1. Reconocimiento del lugar.



A-2. Muestreo de suelo.



A-3. Pastoreo.



A-4. Reconocimiento de especies.



A-5. Análisis físico de suelos (Bouyoucos).



A-6. Análisis físico de suelos (Bouyoucos).



A-7. Análisis físico de suelos (Parafinado).



A-8. Lectura de hidrómetro.



A-9. Peso de terrón.



A-10. Parafina.



A-11. Surcado del terreno.



A-12. Labores de labranza.



A-13. Distancia entre surco.



A-14. Formación de surcos.



A-15. Cantidad a aplicar x metro en terreno.



A-16. Abono orgánico.



A-17. Aplicación de abono orgánico.



A-18. Poda de terreno.



A-19. Labores de fertilización.



A-20. Cantidad de biorremediador diluido.



A-21. Aplicación de biorremediador.



A-22. Siembra de sorgo.



A-23. Reconocimiento de especies.



A-24. Sembradío de sorgo en lote.



A-25. Biorremediador.



A-26. Laboratorio de Suelos del CENTA.



A-27. Recuento de Organismos.



A-28. Muestreo de Suelo.



A-29 Tortuga de Bosque.



A-30. Rana Enmascarada.



CENTA
CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
"ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
CENTA "ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"
LA BORATORIO DE SUELOS

TEL. 2397-2248 Correo electrónico: labsuelos@centa.gob.sv

AÑO 2023

No. Carta	No. Muestra	Nombre del Productor	Nombre de la Finca	Cantón	Municipio	Departamento	Identif.	Profundidad cm	Utilizará riego si o no	Cultivo a fertilizar	Nombre del responsable
C20674	M21072	SAMUEL HERNAN PEÑATE	LAS PANGAS LOTE #3	S/N	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	1	20	NO	MAIZ	SAMUEL HERNAN
	M21073	SAMUEL HERNAN PEÑATE	LAS PANGAS LOTE #3	S/N	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	2	20	NO	MAIZ	SAMUEL HERNAN

ANALISIS DE MUESTRAS PAGADAS

Nº Muestra	Textura al tacto	pH en Agua	Fosforo (mg kg ⁻¹)	Potasio (mg kg ⁻¹)	Ca (cmol kg ⁻¹)	Mg (cmol kg ⁻¹)	Na (cmol kg ⁻¹)	K Int. (cmol kg ⁻¹)	Suma de Bases (cmol kg ⁻¹)	Acidez Int. (cmol kg ⁻¹)	CICE	% Sat. Bases	% Materia Organica	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K	Cu (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)																		
M21072	FRANCO ARENOSO	5.76	MA	102	MA	253	MA	6.24	A	1.37	B	0.45	NS	0.65	8.71	M	0	B	8.7	M	100	1.37	B	4.5	M	2.1	B	11.7	M	9.6	M	1.45	A	27.18	MA	4.48	B	3.77	A

Detalle: (mg kg⁻¹) = ppm

(cmol kg⁻¹) = meq/100 g de suelo

A-31. Resultado de Análisis Químico de Suelos Muestreo #1.



CENTA
CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
"ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
CENTA "ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"
LA BORATORIO DE SUELOS

TEL. 2397-2248 Correo electrónico: labsuelos@centa.gob.sv

AÑO 2024

No. Carta	No. Muestra	Nombre del Productor	Nombre de la Finca	Cantón	Municipio	Departamento	Identif.	Profundidad cm	Utilizará riego si o no	Cultivo a fertilizar	Nombre del responsable
C20329	M20555	SAMUEL HERNAN PEÑATE	LOTE LAS PANGAS	TECUALPA	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	#2 13/07/24	15	SI	MAIZ	S/N

ANALISIS DE MUESTRAS PAGADAS

Nº Muestra	Textura al tacto	pH en Agua	Fosforo (mg kg ⁻¹)	Potasio (mg kg ⁻¹)	Ca (cmol kg ⁻¹)	Mg (cmol kg ⁻¹)	Na (cmol kg ⁻¹)	K Int. (cmol kg ⁻¹)	Suma de Bases (cmol kg ⁻¹)	Acidez Int. (cmol kg ⁻¹)	CICE	% Sat. Bases	% Materia Organica	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K	Cu (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)																		
M20555	FRANCO ARENOSO	5.38	FA	86	MA	222	MA	6.9	A	1.87	B	0.46	NS	0.57	9.8	M	0.10	B	9.5	M	99	2.04	M	3.7	M	3.27	M	15.38	M	12.10	M	1.95	A	49.38	MA	4.58	B	3.78	A

Detalle: (mg kg⁻¹) = ppm

(cmol kg⁻¹) = meq/100 g de suelo

A-32. Resultado de Análisis Químico de Suelos Muestreo #2.



A-33. Datos Climatológicos de La Estación Experimental y de Practicas UES.



A-34. Muestras de Suelo llevadas a Laboratorio de Suelos del CENTA.

A-35. Cronograma del Proyecto.

Cronograma del Proyecto de Investigacion			
Inicio del Proyecto			
Etapas del Proyecto	Actividades Principales	Duracion Estimada	Fecha Estimada
1. Elaboracion del Tema e Inicio del Proyecto de Investigacion.	Definicion del Tema de Investigacion con enfoque Agroecologico y Planteamientos del Proyecto por parte del Docente Tutor.	1 dia	18/11/2023
2. Planificación y Diseño del Estudio del Proyecto de Investigacion.	Definición del Problema de Investigación, Asesoría Técnica por parte del Docente Tutor, Revisión de Literatura, Diseño del Proyecto, Selección de Métodos y Planteamiento de la Metodología.	1 dia	18/11/2023
3. Identificación del Lugar de Investigacion y Recolección de Datos.	Reconocimiento del sitio donde se realizara la Investigacion y 1er Muestreo de Suelos. Observación, Recoleccion y Registro de Datos e Informacion Previa.	1 dia	18/11/2023
4. Análisis de Datos.	Procesamiento de las Primeras Muestras de Suelo en Laboratorio y Análisis de Resultados.	1 Mes	07/12/2023 06/01/2024
5. Interpretación y Redacción.	Interpretación y Redacción de los Resultados Obtenidos.	1 Mes	11/02/2024 11/03/2024
Trabajo de Campo			
1. Pastoreo en Ganado Vacuno.	Técnica basada en Los Principios Ecológicos imitando Los Patrones Naturales de los Herbívoros Salvajes.	1 Mes 1 Semana y 5 dias	24/11/2024 05/01/2024
2. Recopilacion de Datos sobre La Fauna Flora del Lugar.	Identificación de Especies de Flora, Fauna e Insecta que habitan y se establecen dentro del Lugar de Investigacion previo a Implementar Practicas de AR.	1 dia	02/04/2023
3. Labranza de Maquinaria Agricola.	Preparación del Suelo para mejorar su Estructura y Absorcion, se realiza labores de: Rastro Arado y Surcado.	3 dias	02/04/2024 07/05/2024
4. Aplicación de Abono Organico.	Aplicación de Abono Organico a Base de Material Fecal de Cerdo y Gallinaza.	3 dias	15/04/2024 17/04/2024
5. Poda.	Poda de Malezas para la Inconporacion de Rastrojo y Vegetacion al Suelo.	3 dias	10/05/2024 13/05/2024
6. Siembra.	Siembra de Sorgo o Maicillo para Mejorar la Estructura del Suelo y ser utilizado como Abono Verde.	1 dia	20/5/2024
7. Aplicación de Abono Organico.	2da Aplicación de Abono Organico a Base de Material Fecal de Cerdo y Gallinaza.	1 dia	3/6/2024
8. Aplicación de Biorremediador.	Aplicación de Biorremediador para Activacion de Microorganismos en el Suelo.	7 dias	07/06/2024 13/06/2024
9. Recopilacion de Datos sobre La Fauna Flora del Lugar.	1ra Identificación de Especies de Flora, Fauna e Insecta que habitan y se establecen dentro del Lugar de Investigacion.	12 dias	05/07/2024 17/07/2024
Final del Proyecto			
1. Recolección de Datos.	2do Muestreo de Suelos. Observación, Recoleccion y Registro de Datos e Informacion.	12 dias	05/07/2024 17/07/2024
2. Interpretación, Redacción y Analisis de Datos.	Procesamiento de las Primeras Muestras de Suelo en Laboratorio y Análisis de Resultados.	5 dias	10/08/2024 15/08/2024
4. Asesoría, Revisión y Edición Final.	Asesoría Técnica Supervision del Proyecto por Tutor asignado y Docentes Profesionales.	10 dias	10/08/2024 20/08/2024
5. Presentación Final del Proyecto de Investigacion, Resultados y Conclusion.	Preparación de presentaciones y Defensa del Proyecto de Investigacion.	1 dia	30/08/2024