



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

Tesis para optar al título de Ingeniero Agropecuario
Degradación de suelo asociado a prácticas de manejo en
parcelas de granos básicos en comunidad Laguna de los
Hernández, Condega, Estelí, 2025

Autoras

Heydi Mariela Tórrez Peralta

Cynthia Cisney Talavera Gómez

Tutores:

M.Sc. Juan Octavio Meneses Córdoba

M.Sc. Alexander Benavídez Rodríguez

Estelí, Nicaragua

Noviembre, 2025



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

Tesis para optar al título de

Ingeniero Agropecuario

**Degradación de suelo asociado a prácticas de manejo en
parcelas de granos básicos en comunidad Laguna de los
Hernández, Condega, Estelí, 2025**

Autoras

Heydi Mariela Tórrez Peralta

Cynthia Cisney Talavera Gómez

Tutor(es)

M.Sc. Juan Octavio Meneses Córdoba

M.Sc. Alexander Benavídez Rodríguez

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito de culminación de estudio

**Estelí, Nicaragua
Noviembre, 2025**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección Académica como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agropecuario

Miembros del Comité Evaluador

Ph.D. Oscar Enrique Bustamante
Morales
Presidente

Ing. Juan José Monzón Talavera
Secretario

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo
Vocal

Lugar y Fecha: 02 de diciembre de 2025, Estelí, Nicaragua

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y por darme la sabiduría y las fuerzas necesarias para alcanzar esta meta. Sin Él, nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres Luis Enrique Talavera y Elizabeth Gómez, por su amor incondicional, por creer en mí y apoyarme en cada una de mis decisiones, especialmente en mis estudios. Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A mi esposo William Jhonson Arauz, por su comprensión, paciencia y por acompañarme en cada momento de este camino, brindándome su apoyo y amor inquebrantable.

A mi hijo Sebastián Arauz, mi más grande motivación, la razón de mis esfuerzos y mi inspiración para seguir adelante cada día.

A mi compañera de tesis Heydi Tórrez, por su compromiso, dedicación y compañerismo durante todo este proceso. Gracias por cada jornada de trabajo por el apoyo constante, por las ideas compartidas y por no rendirse. Esto es el resultado de un trabajo en equipo que siempre valorare y recordare con gratitud.

Y a mis compañeros Palacios y Roni, por su apoyo sincero, por las palabras de aliento, la compañía y las sonrisas que hicieron más llevadero este proceso.

Cynthia Cisney Talavera Gómez

DEDICATORIA

Al terminar esta etapa tan importante, quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios, que me ha brindado la sabiduría necesaria para llevarlo a cabo, así mismo darme la fuerza para no rendirme en cada obstáculo presentado.

A mis abuelos, Santos Peralta y Silvia Ruíz que han sido mi motor en este proceso, ya que, desde el día uno ha creído en mí y me han apoyado incondicionalmente en cada uno de los procesos llevados a cabo, principalmente para ellos es mi admiración y gratitud.

A mis padres, Idanil Tórrez y Mery Peralta por su acompañamiento en este largo proceso, por su ejemplo de lo que quiero llegar a ser en la vida, sus valores y forma de ver el mundo.

A mi hermano, Ángel Tórrez por ser esa persona que siempre me mostraba esa sonrisa en mis momentos de estrés y agotamiento, este fue mi mayor motivación para no rendirme y luchar por mis sueños.

A mi pareja, Melvin Ruíz por estar en los momentos más difíciles de mi carrera, por ayudarme a no rendirme y demostrarme siempre su apoyo.

A mis tíos Arleng Peralta y Omar Peralta por cada uno de sus consejos que me ayudaron a mantener una motivación para llegar a la meta deseada.

Y por último, pero no menos importante a mis compañeros de la universidad, Cynthia Talavera, José Palacios y Rony Rosales por ser esas personas que me permitieron que la elaboración de este trabajo fuera mucho más fácil por su apoyo incondicional.

Heydi Mariela Tórrez Peralta

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí, por darme salud, sabiduría y fortaleza para superar cada obstáculo que se presentó en el camino. Sin Su guía y amor, este logro no habría sido posible.

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su sacrificio, apoyo incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi esposo, por su comprensión, paciencia y por ser mi compañero fiel en cada etapa de este proceso, alentándome siempre a seguir adelante.

A mi hijo, mi mayor bendición, que con su amor y sonrisa me motivó a no rendirme y a dar siempre lo mejor de mí.

A mis compañeros, por su compañía, palabras de aliento y por compartir conmigo momentos de alegría y cansancio durante esta etapa tan importante.

A mi tutor y asesor de tesis, por su orientación, compromiso y valiosos aportes durante todo el proceso de investigación. Su guía fue fundamental para culminar con éxito este trabajo.

Finalmente, a mis docentes y a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación de esta meta, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Cynthia Cisney Talavera Gómez

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por nunca abandonarme en este proceso, por cada oración contestada en cada uno de mis momentos difíciles, por brindarme mucha fuerza, sabiduría y perseverancia.

A mis abuelos, les doy las gracias porque fueron el pilar fundamental, siempre estuvieron motivándome, por ir conmigo de la mano durante este proceso, es para mis abuelos mi mayor agradecimiento, ya que, sin ellos, este logro no hubiese sido posible.

A mis padres y hermano, por estar acompañándome y darme la motivación necesaria para no rendirme, por estar al pendiente de cada paso que daba y sostenerme para no desistir.

A mi pareja, le agradezco por su acompañamiento directo en la ejecución de este trabajo, por siempre estar ahí para apoyarme a culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis compañeros de la universidad, por siempre brindarme palabras de apoyo, por estar ahí en los buenos y malos momentos, agradezco la posibilidad de haberlos encontrado porque hicieron mucho más fácil la elaboración de este trabajo.

A mi tutor y asesor de tesis, por brindarme las bases que necesitaba para afianzar mis conocimientos, por su paciencia, tiempo y dedicación que aportaron en este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma estuvieron en este camino, a ellas agradezco el poder ser parte de este proceso y su compañía y tiempo que me permitieron.

Heydi Mariela Tórrez Peralta

ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Limitaciones	4
1.6. Hipótesis	4
1.7. Variables.....	5
1.8. Supuestos básicos.....	5
1.9. Contexto de la investigación	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Generalidades	7
2.2. Degradación del suelo.....	9
2.3. Indicadores de calidad del suelo.....	11
2.4. Recomendaciones para el manejo del suelo	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación geográfica	18
3.2. Tipo de paradigma	18
3.3. Enfoque de la investigación	18
3.4. Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance).....	18
3.5. Según nivel de amplitud:.....	19
3.6. Descripción de la unidad de análisis experimental.....	19
3.7. Definición de variables con su operacionalización	22

3.8.	Diseño Experimental	24
3.9.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	25
3.10.	Validez o confiabilidad de los instrumentos.....	26
3.11.	Procedimiento para el análisis de datos.....	26
3.12.	Consideraciones éticas.....	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.	Prácticas de manejo agrícola	28
4.1.1.	Aspectos generales de la población en estudio.....	28
4.1.2	Tipos de prácticas de manejo agrícola	29
4.1.3.	Tipo de cultivo establecidos y su rendimiento	30
4.1.4.	Buenas prácticas agrícolas.....	31
4.2.	Nivel de degradación del suelo.....	33
4.3.	Alternativas de manejo para mejora del suelo.....	39
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	RECOMENDACIONES.....	45
VII.	LITERATURA CITADA.....	46
VIII.	ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prácticas agrícolas realizadas en las parcelas	32
Tabla 2. Rangos de ph	33
Tabla 3. Comportamiento de la densidad aparente.....	34
Tabla 4. Comportamiento de humedad gravimétrica	34
Tabla 5. Rendimiento en cultivo de maíz.....	35
Tabla 6. Materia Orgánica Análisis de la Varianza.....	36
Tabla 7. Análisis de la Varianza de biomasa.....	37
Tabla 8. Evaluación visual de suelo	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos generales	29
Figura 2. Tipos de prácticas de conservación.....	30
Figura 3. Rendimiento en cultivos de años anteriores.....	31
Figura 4. Buenas prácticas agrícolas	32
Figura 5. Materia orgánica.....	36

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la comunidad y las parcelas	51
Anexo 2. Encuesta a productores	52
Anexo 3. Formato evaluación visual del suelo.....	54
Anexo 4. Instrumentos validados	55
Anexo 5. Prueba de normalidad según Shapiro Wilks	59
Anexo 6. Preparación de parcelas	59
Anexo 7. Manejo de rastrojos.....	59
Anexo 8. Levantamiento de muestras.....	60
Anexo 9. Muestras en laboratorio de la UNFLEP.....	60
Anexo 10. Encuesta a productores	60
Anexo 11. Evaluación visual de suelo.....	61
Anexo 12. Estimado de cosecha.....	61
Anexo 13. Evidencia de prácticas de conservación.....	61

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en comunidad Laguna de los Hernández, municipio de Condega, departamento Estelí, para evaluar la degradación del suelo asociado a prácticas de manejo agrícolas en parcelas de granos básicos. Con el apoyo de 3 productores que estuvieron dispuestos a trabajar, 2 parcelas de 1000 m² por productor, haciendo un total de 6 parcelas, cada parcela dividida en 3 partes (alta, media y baja), los productores tenían una parcela testigo con manejo tradicional y una parcela de estudio con incorporación del rastrojo posterior a la cosecha como práctica de mejora, con un diseño cuasi experimental de parcelas pareadas con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), se realizaron 26 encuestas para la identificación de las actividades que realizan los productores de la comunidad, posteriormente se procedió a hacer análisis en el laboratorio de agua y suelo de la UNFLEP, con el fin de determinar humedad gravimétrica, biomasa, materia orgánica, densidad aparente, PH del suelo, como indicadores físicos, químico y biológico del suelo. Además, se efectuó una evaluación visual del suelo (EVS), para conocer aspectos como estructura, color, compactación, porosidad, cobertura, profundidad y conteo de lombriz de tierra. Los resultados de laboratorio no mostraron diferencias significativas estadísticamente entre las parcelas con manejo tradicional y las parcelas con rastrojo (estudio). Sin embargo, a nivel visual se encontraron mejoras en las parcelas de estudio, con una mejor estructura, mayor presencia de restos orgánicos. Estas observaciones sugieren una tendencia positiva hacia la recuperación del suelo. Por lo tanto, se plantearon diversas alternativas de manejo como, incorporación de rastrojos, labranza mínima, establecimiento de barreras (vivas y muertas), rotación de cultivos, establecimiento de abonos verdes y obras de conservación de suelo, que contribuyan a la mejora del suelo en las parcelas de cultivos de granos básicos en la zona de estudio.

Palabras claves: Rastrojos, humedad gravimétrica, materia orgánica, densidad aparente, prácticas de conservación.

ABSTRACT

The research was conducted in the Laguna de los Hernández community, municipality of Condega, Estelí department, to evaluate soil degradation associated with agricultural management practices in basic grain plots. With the support of three producers who were willing to work with us, two 1000 m² plots per producer were established, for a total of six plots. Each plot was divided into three sections (high, medium, and low). The producers had a control plot with traditional management and a study plot incorporating post-harvest crop residue as an improvement practice. Using a quasi-experimental paired-plot design with a mixed-methods approach (qualitative and quantitative), 26 surveys were conducted to identify the activities carried out by the community's producers. Subsequently, analyses were performed in the UNFLEP water and soil laboratory to determine gravimetric moisture, biomass, organic matter, bulk density, and soil pH as indicators of the soil's physical, chemical, and biological characteristics. In addition, a visual soil assessment (VSA) was conducted to determine aspects such as structure, color, compaction, porosity, cover, depth, and earthworm count. Laboratory results showed no statistically significant differences between plots with traditional management and plots with crop residue (study). However, visual improvements were observed in the study plots, with better structure and a greater presence of organic matter. These observations suggest a positive trend toward soil recovery. Therefore, several management alternatives were proposed, such as incorporation of crop residue, minimum tillage, establishment of barriers (live and dead), crop rotation, establishment of green manures, and soil conservation measures, to contribute to soil improvement in the plots of staple grain crops in the study area.

Keywords: Crop residue, gravimetric moisture, organic matter, bulk density, conservation practices

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un elemento primordial del medio ambiente en el que se permite desarrollar la vida. El suelo es frágil por ende, de difícil y larga recuperación, y de extensión limitada, por lo que debe de ser considerado como un recurso no renovable. Su uso es para un sin fin de actividades: agricultura, ganadería, pastos y montes, extracción de minerales y de materiales para la construcción. (Dorronso, 2020)

La degradación del suelo es un cambio en la salud del mismo provocando que los ecosistemas no tengan la capacidad de producir bienes o prestar servicios para todos los que de él dependen. Los suelos degradados no tienen la salud necesaria para proporcionar los bienes y servicios normales que un suelo da a su ecosistema. FAO (2018)

Las prácticas agrícolas sostenibles permiten aprovechar mejor los recursos naturales, reducen los efectos negativos de la agricultura sobre el ambiente y fortalecen la capacidad de adaptación frente al cambio climático y a la variabilidad del clima. Piñero (2021).

La investigación evalúa la degradación del suelo en parcelas de comunidad Laguna de los Hernández, Condega, Estelí donde se cultivan granos básicos. Para esto se analizaron las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo, y se utilizó un diseño de parcelas pareadas para comparar dos tratamientos (con rastrojo y manejo tradicional). El estudio permite identificar el nivel de degradación y su impacto en la producción agrícola.

1.1. Antecedentes

Arceda & Salmeron (2014) evaluaron el impacto de los sistemas productivos en las propiedades físicas y químicas de los suelos para esto utilizó el formato para la evaluación de la degradación de suelos en las pasturas desarrollado por el proyecto CATIE-NORUEGA. Realizó transectos de forma lineal en diagonal con respecto a la parcela, lo que le llevó a tomar muestras cada 20. Mediante esto determinó que algunas características físicas y químicas se encuentran deterioradas, además de encontrar parcelas con buenas condiciones con base a conservación del suelo, aunque al mismo tiempo estos suelos son degradados por el continuo establecimiento de sistemas de producción.

Casco & Guevara (2016-2017) analizaron la contribución de los árboles para la restauración de suelo, mediante el método descriptivo cualitativo y cuantitativo para la toma de datos, con un diseño de parcelas pareadas, una de manejo tradicional (parcela testigo) y una parcela de estudio. En una implementaban la conservación de suelos, mientras que en la otra realizaron el manejo tradicional. A través de esto ellos llegaron a la conclusión de que el componente arbóreo contribuye a la restauración de los suelos y el reciclaje de nutrientes, además que influye en la infiltración del agua. Adicionalmente, la hojarasca y necromasa aportan materia orgánica y la cobertura de la sombra ayuda a la descomposición y contribuye en la temperatura y humedad del suelo.

Talavera & Gonzales (2020) evaluaron el impacto de las actividades agrícolas en el suelo de una microcuenca, a través de un enfoque cuantitativo, un modelo empírico (USLE) y encuestas, concluyendo que el cambio de uso de tierra a una agricultura intensiva y ganadería sin árboles son los principales factores que contribuyen al alto nivel de pérdida de suelos.

1.2. Planteamiento del problema

La sobre explotación del suelo por actividades agrícolas ocasiona que se degrade y provoque la erosión de este, causando así que el suelo pierda sus nutrientes y la productividad agrícola disminuya. Son diversos los factores entre ellos destaca, la falta de capacitación sobre buenas prácticas agrícolas, que se deriva en el poco conocimiento que tiene los agricultores acerca de estos impactos en el suelo. Talavera & González (2020)

Debido a esto, se decidió evaluar la degradación del suelo presente en parcelas de comunidad Laguna de los Hernández, esto porque se pretendía conocer el estado en el cual se encuentra el suelo en relación a actividades agrícolas realizadas, ya que en este sitio son habituales las prácticas de manejo tradicional. Adicionalmente, los productores no son concientes del daño que pueden ocasionar algunas de estas en la salud del suelo, es por esto que era necesario generar conocimiento e informar a los habitantes de cómo realmente se encontraban sus tierras y de qué manera mejorar esta situación.

¿Cuál es el nivel de degradación del suelo asociado a prácticas de manejo en comunidad Laguna de los Hernández, 2025?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la degradación del suelo asociado a prácticas de manejo en parcelas de granos básicos en comunidad Laguna de los Hernández.

Objetivos específicos

Describir las prácticas de manejo agrícolas realizadas por los productores en sus parcelas

Identificar el nivel de degradación de suelo de las parcelas en estudio

Proponer alternativas de manejo que contribuyan a la mejora del suelo en las parcelas de granos básicos de la zona en estudio

1.4. Justificación

El desarrollo de este trabajo está enfocado en la evaluación de la degradación del suelo de parcelas de la comunidad Laguna de los Hernández, Condega, Estelí. Ya que este es un problema que día a día está afectando cada vez más las propiedades del suelo y por ende la producción agrícola.

Esta idea surgió del interés de conocer el estado actual en el cual se encuentra el suelo de esta comunidad, en relación a las diferentes prácticas de manejo que se han ido realizando con el tiempo, por lo cual algunas brindan beneficios, mientras que otras lo perjudican.

Se decidió llevar a cabo esta investigación en este lugar ya que no existían estudios previos que determinaran el estado en que se encontraba el suelo, por lo tanto, no se sabía a ciencia cierta qué tan degradado estaba, ni cuáles eran las causas de este suceso.

La importancia de este trabajo recae principalmente sobre los productores de la comunidad, los cuales tuvieron un beneficio directo, debido a que una vez realizadas las pruebas y análisis sobre el suelo de sus parcelas, se determinó qué prácticas no deben seguir realizando, aunque también tuvieron mayor conocimiento de aquellas que si están brindando óptimos resultados.

De igual manera, resulta de gran importancia a personas interesadas en el tema que deseen realizar próximamente un determinado trabajo sobre este tema, es decir, se está dejando un antecedente para futuras investigaciones.

Y por último, a quienes desarrollaron este trabajo, les permitió profundizar aún más en los aspectos investigativos del tema. Así mismo, contribuyó a promover la investigación e incentivar a otros a indagar y ampliar sus conocimientos sobre temas de interés que generen beneficios para su entorno.

1.5. Limitaciones

Algunas de las limitaciones que se tuvieron que enfrentar en el desarrollo de esta investigación fueron:

Carencia de información científica y técnica que permitiera proporcionar una mayor comprensión del tema, es decir, ausencia de datos concretos.

Otra limitante y en este caso, la más importante fue la autorización de los productores para tener acceso a sus parcelas, ya que, en su mayoría no mostraron disponibilidad.

Un factor indispensable y muy variable fueron las condiciones climáticas a la hora de el establecimiento y toma de datos en las parcelas de estudio, esto porque para acceder a la comunidad era necesario atravesar un río.

En la parcela de uno de los productores no se pudo calcular el rendimiento debido a que el cultivo sufrió estrés hídrico por la falta de agua.

1.6. Hipótesis

Hi. En el suelo de las parcelas existe degradación debido a las diferentes prácticas de manejo agrícola que han ido realizando con el tiempo como el manejo de rastrojos que es dejado en el campo para alimento del ganado y estos pisotean el terreno y causan compactación. Así mismo, esto puede tener una disminución con prácticas de conservación de suelo.

Ho. No existe degradación alguna en las parcelas de los productores, ya que, sus prácticas realizadas no tuvieron impacto en este proceso.

1.7. Variables

Prácticas agrícolas:

Se refiere a las técnicas aplicadas en la producción y manejo del cultivo a lo largo de la cadena productiva. (Rivera Umanzor, 2018)

Son un conjunto de acciones o prácticas que se realizan en una explotación agrícola

Nivel de degradación:

Es el cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos y/o biológicos. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva. Coppens Zamora (2017).

Es un proceso degenerativo que reduce la capacidad actual o futura de los suelos para seguir desempeñando sus funciones características.

Alternativas de manejo:

Son nuevas estrategias de manejo de suelo dirigidas a enfrentar problemas de erosión, PH ácido, disminución de materia orgánica, baja fertilidad y mal drenaje. (Reynosa Correa & Diaz Mena, 2016)

Son todas las prácticas que promueven un aumento de la materia orgánica y mayor biodiversidad del suelo, mejoran su fertilidad y capacidad de suministrar nutrientes a las plantas.

1.8. Supuestos básicos

El establecimiento de prácticas de manejo es complejo porque se debe tener el conocimiento del impacto que produce cada una de ellas en el suelo de las parcelas. Así mismo, realizar prácticas de conservación mejora su fertilidad, aporte de nutrientes y mejora la producción.

El suelo de las parcelas presenta un grado de degradación, debido a las diferentes prácticas que realizan los agricultores, es decir, el mal manejo de los rastrojos, mantener el suelo descubierto y no realizar análisis de suelos que permitan identificar sus necesidades.

Las prácticas de manejo agrícolas con enfoque de conservación de suelo y agua contribuyen a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas de aquellas parcelas que se manejan adecuadamente incorporando prácticas como rotación de cultivos, labranza mínima, no quema, manejo de cobertura e incorporación de rastrojos.

1.9. Contexto de la investigación

Considerando la gran importancia que el suelo presenta para la supervivencia directa e indirecta del ser humano, es necesario tomar en cuenta que existen problemas relacionados con el suelo que pueden alterar su composición y debido a esto sus funciones, a causa de las actividades realizadas por el hombre como el uso desmedido de agroquímicos, mantener descubierto el suelo, entre otros, teniendo como resultado la degradación de los suelos.

La degradación del suelo es un cambio en la salud del mismo provocando que los ecosistemas no tengan la capacidad de producir bienes o prestar servicios para todos los que de él dependen. Los suelos degradados no tienen la salud necesaria para proporcionar los bienes y servicios normales que un suelo da a su ecosistema. (FAO, 2018)

En relación de lo antes mencionado se decidió evaluar la degradación de suelo asociado a prácticas de manejo en parcelas de comunidad Laguna de los Hernández, municipio de Condega donde se establecen cultivos de granos básicos como maíz, frijol y sorgo, a través del análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Se consideró llevar a cabo este trabajo en este lugar, ya que no existían estudios previos que determinaran a ciencia cierta el estado en el cual se encontraban estos suelos, sin embargo, de manera empírica se tenía conocimiento, al observar las parcelas se veían áreas sin coberturas y expuestas a la luz solar directa, además de la disminución en la producción.

Se estableció un diseño de parcelas pareadas donde se identificaron las prácticas de manejo realizadas en cada una de ellas y se hizo una comparación de suelos donde se había hecho diferentes manejos, de esta manera se determinó si existía degradación en la tierra y qué prácticas provocaron este deterioro.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

2.1.1. El suelo

El suelo es un elemento natural muy complejo en términos de procesos físicos, químicos y biológicos. Estos procesos mantienen la vida de otros ecosistemas, como, los ciclos de nutrientes y ciclo del agua, por lo tanto, favorecen la sobrevivencia humana, además, su conocimiento permitirá estudiar la calidad y las propiedades de los suelos agrícolas (Montiel & Ibrahim, 2015)

Así mismo, este recurso es el principal elemento para la subsistencia del ser humano, ya que, brinda las herramientas necesarias para poder producir, de este modo, la conservación de este es esencial para garantizar su vital importancia en la agricultura y la vida en general.

2.1.2. Importancia del suelo en la agricultura

El éxito de la agricultura depende siempre del suelo, es el lugar donde plantas, animales se hospedan y encuentran los nutrientes necesarios para vivir y proveer a los seres humanos alimentos. Por esta razón en particular es que mientras más saludable sea, mejor para todos los beneficiados. (Cherlinka, 2023)

En relación a lo ya antes mencionado, el suelo es un elemento clave en la producción agrícola, es el medio principal donde las plantas pueden desarrollarse, aprovechándose de las propiedades que este presenta, generando el soporte necesario para la absorción de nutrientes y por lo tanto la sostenibilidad en la producción.

2.1.3. Factores que afectan la calidad del suelo

La calidad del suelo es una característica indiscutible para la producción agrícola, pero se puede ver afectada por un sin número de factores que alteran su integridad ya sea tanto naturales como causados por el hombre.

La calidad del suelo se ve afectada por dos factores principales, degradación y contaminación debido al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas químicos, así como el uso inadecuado de desechos, de este modo se abre paso a la degradación y la capa fértil se erosiona por la

deforestación. Ambos problemas afectan de manera negativa la salud del suelo y la producción agrícola. (Blanco, 2023)

Así mismo existen otros factores que se describen a continuación:

Erosión

Es el desgaste del suelo, el movimiento y acumulación de material sólido desprendido del suelo bajo la influencia de una fuerza externa, como el agua que fluye, la acción del viento u otros agentes y que resulta en la disminución de la calidad y la cantidad de tierra fértil. Es un proceso complejo que involucra múltiples agentes naturales y antrópicos, provocando el desgaste y pérdida de partículas de suelo y en consecuencia falta de vida y salud. (Sivula, 2024)

El suelo pasa de la erosión a la degradación cuando los procesos erosivos generan impactos significativos que van disminuyendo las funciones fundamentales del suelo que se da con la eliminación de la capa fértil (horizonte A), que es rica en nutrientes y material vegetativo importante para el desarrollo de las plantas.

Compactación

Es una de los aspectos más graves de degradación de suelo generadas por la producción agrícola. Aunque, a diferencia de las diferentes maneras de degradación de suelo, como la erosión o salinización, la compactación es más difícil de detectar y medir y puede limitar el crecimiento y rendimiento de los cultivos sin presentar síntomas evidentes. (Jeschke & Lutt, 2018)

Este proceso es un problema de gran impacto, debido a que afecta las propiedades del suelo y esto genera una amaneza en la producción agrícola por su disminución de la aireación, infiltración del agua y reducción en el crecimiento de las raíces, esto puede ser causado por el pisoteo constante del ganado en las parcelas, de igual forma, la falta de cobertura vegetal.

Salinidad

Es el alto nivel de sal en el suelo. La salinidad es un factor importante que afecta la capacidad de los cultivos agrícolas para soportar el crecimiento creciente de la población y es uno de los mayores problemas mundiales en la actualidad debido al daño que causa a las tierras cultivables y, por lo tanto, la perturbación resultante en el uso de la tierra. (Chakir, 2021)

La salinidad en el suelo es una amenaza constante para los cultivos, esto porque un exceso de sal en el suelo, causa disminución de la fertilidad, dificultad de absorción de agua por las raíces y estrés hídrico en la planta.

2.2. Degradación del suelo

2.2.1. Concepto

La degradación de los suelos se da a causa de los procesos que los seres humanos realizan en cada una de las actividades diarias reduciendo su capacidad actual y/o futura de sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana. (Ruíz, 2015)

Por tanto, este es un problema creciente, que día a día va afectando aún más la calidad del suelo, poniendo en riesgo la fertilidad y productividad de la tierra, generando desestabilidad en la seguridad alimentaria.

2.2.2. Causas

Según (Cartes, 2014) las causas del problema surgen de las características naturales que el suelo posee y la utilización que hace el ser humano de él. Entre las principales causas posibles de identificar se encuentran: Las características propias del suelo, tales como material de origen, pendiente, profundidad, textura y estructura. Frecuencia, intensidad y cantidad de las precipitaciones, así como la adopción de malas prácticas por parte de los agricultores. tales como cultivos en pendiente, exceso de laboreo, escasa fertilización, uso de fertilizantes acidificantes, exceso de plaguicidas, desprotección del suelo, entre otras. Todo estos aspectos o factores dan como resultado la erosión y por ende la degradación.

Es decir, existe diversidad de efectos de degradación, aunque la principal causa de este proceso de deterioro son las prácticas de manejo realizadas por el ser humano que en su afán de producir hacen uso inadecuado y excesivo de los recursos, sin tomar en cuenta que en la mayoría de los casos más es menos y en lugar de aumentar su producción se va disminuyendo cada vez más.

2.2.3. Consecuencias

Como anteriormente se menciona, existe una variedad de agentes causales que provocan el deterioro de los suelos, modificando sus características físicas, químicas y biológicas. Cabe señalar, que cada acción tiene su reacción, es decir, todo acto que se realiza tiene una consecuencia que en algunos casos resulta benéfica y en otros muy perjudicial como lo es en este caso, que un manejo inadecuado de los recursos puede originar impactos negativos que impiden que el suelo pueda desarrollarse completamente, alterando sus funciones.

Estas consecuencias tienen repercusión directamente en la producción agrícola, ya que, existe una estrecha relación entre el suelo y los cultivos, esto debido a que la tierra provee las condiciones necesarias para poder producir. Algunas afectaciones derivadas de la actividad del hombre se describen en los párrafos siguientes.

En la agricultura, los suelos degradados tienen una capacidad limitada para soportar la producción de cultivos, lo que a su vez genera disminución de la calidad y cantidad de la cosecha, a causa de la pérdida de nutrientes, la erosión y la compactación. Otro factor a considerar es el aumento de los costos de producción para corregir la degradación a través de prácticas de manejo y la aplicación de enmiendas del suelo. (Herrera, 2023)

La presión ejercida por la producción agropecuaria sobre el recurso suelo, ha conducido procesos de degradación como: erosión, desertificación, contaminación, compactación, acidificación, salinización, urbanización, pérdida de fertilidad, y condiciona directamente el cambio climático. (Eiza, 2020)

2.3. Indicadores de calidad del suelo

2.3.1. pH del suelo

El pH es un parámetro que permite conocer que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, dicho que la solución del suelo es donde las raíces de las plantas toman los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. La escala de medición del pH está entre los valores de 0.0 a 14.0. (Intagri, 2020)

Este es un indicador indispensable para alcanzar máximos rendimientos y calidad en los cultivos, ya que, está relacionado directamente con el estado del suelo, la disponibilidad de nutrientes, el proceso de absorción de agua de las plantas y la acción microbiana, la cual está encargada de descomponer la materia orgánica.

Efectos de ph ácido o alcalino en la estructura del suelo

Cuando tenemos un pH por debajo del rango recomendado, es muy probable que se presenten deficiencias de los siguientes macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio. Por el contrario, si tenemos un pH por encima del rango recomendado, se reduce la absorción de los siguiente microelementos: Hierro, Manganeso, Boro, Cobre y Zinc. (Myrsa, 2021)

Considerando que, para que exista una buena producción es necesario mantener un ph óptimo que permita que el suelo pueda asimilar tanto los micro como macronutrientes, es determinante que este se encuentre en un punto neutro, de esta manera obtener un balance que posibilite aprovechar ambos nutrientes.

Técnicas para medir el ph en el suelo

Uno de los métodos más comunes para medir el ph es el siguiente:

Tomar una muestra de tierra, previamente secada a unos 40°C durante varias horas, tamizar la muestra con un tamiz de 2 mm. Coger una muestra y pesar 20 g de tierra, añadir la muestra a un vaso de precipitados con 50 ml de agua destilada, agitar la mezcla durante 2 minutos. Dejar reposar la mezcla durante 15 minutos, medir el pH en el sobrenadante, es decir, en el líquido que queda más arriba. Para ello se pueden usar tiras o medidores eléctricos de pH. (Calvo, 2019)

Los métodos para medir el pH del suelo son de gran importancia, debido a que gracias a estas técnicas se puede conocer de manera certera la condición en la que se encuentra la tierra, de igual forma, proporcionan datos fundamentales que evidencian si existe desequilibrio de nutrientes ya sea si el suelo presenta altos niveles de acidez o alcalinidad que estén afectando su estructura.

2.3.2. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es el almacén más importante de carbono orgánico en el planeta y está compuesta de las mismas moléculas de las que están hechas los seres vivos que no han podido ser transformadas a su forma elemental. Por ello en el suelo hay residuos que provienen de plantas, animales y microorganismos. (López, 2020).

$$\text{MO (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

La materia orgánica es un elemento indispensable para la salud del suelo, su importancia radica en su capacidad de proporcionar nutrientes y mantener cubierta la capa superficial de la tierra, protegiéndola del impacto de los rayos solares, en sí, juega un papel esencial cumpliendo muchas funciones que ayudan tanto en el interior como en el exterior del suelo.

Rol de la materia orgánica en el suelo

La protección de la materia orgánica del suelo es fundamental para los productores. Los principales métodos para mantener los niveles de MOS consisten en reducir el laboreo, evitar/reducir la erosión, y reincorporar los restos vegetales de los cultivos. La práctica del laboreo es un aspecto crítico porque supone una entrada de aire del exterior. Cuando hay mayor disponibilidad de oxígeno, los microorganismos reaccionan consumiendo parte de la materia orgánica del suelo, lo que provoca la liberación de dióxido de carbono. El dióxido de carbono del suelo es el nutriente vegetal más importante (¡fotosíntesis!), pero el aumento de los niveles en este punto no ayuda y se pierde en la atmósfera. (Grand & Michel, 2020)

Por consiguiente, la materia orgánica es imprescindible en la producción agrícola debido que su relación con esta actividad es indiscutible porque ayuda al suelo y a la misma vez al desarrollo fisiológico de las plantas. Sus funciones en el suelo son principalmente; mejorar su estructura, evitar la compactación, reducir la erosión, facilitar el drenaje del agua, entre

otros, esto permite mantenerlo estable y saludable para producir. De igual manera, facilita la captura de carbono, por ende, contribuye a la mitigación del cambio climático.

La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5%. (Molina, 2016)

Para mantener un suelo estable y productivo, se necesita que disponga de suficiente materia orgánica, como se menciona anteriormente, su rango debe estar entre el 2 al 5%, preferiblemente mayor a 5, esto se puede lograr incorporando el rastrojo de las cosechas obtenidas, evitando el exceso de labranza, rotación de cultivos y uso de abonos verdes. En fin, lo que se necesita son prácticas de manejo, que en sí, están al alcance del productor y no cuentan con un valor económico muy elevado.

Efecto de la disminución de la materia orgánica en relación a la degradación de los suelos

Si el suelo tiene poca cantidad de materia orgánica o su nivel desciende por algún factor, la productividad del mismo disminuye; por lo tanto, es fundamental preocuparnos por mantener e incluso mejorar el contenido de COS. En la producción es aconsejable mantener en nivel mínimo el área con suelo descubierto, tanto en la fila como en la entrefila, incorporar periódicamente carbono orgánico al suelo y realizar el menor número de laboreos posibles. (Docampo, 2018)

La disminución de la materia orgánica en el suelo genera efectos negativos en la calidad de este y por ende, afecta la fertilidad y estructura del suelo, lo que permite que la tierra esté más propensa a la erosión y compactación lo que resulta una degradación en la conformación del suelo, creando una dependencia de insumos químicos para sostener la productividad agrícola.

2.3.3. Densidad aparente

La densidad aparente es un indicador de partículas que contiene el suelo dado que ayuda a conocer acerca de la compactación, porosidad, aireación y la capacidad de infiltración. Cuando tenemos un valor de densidad aparente bajo nos indica que el suelo se encuentra con

menos compactación, por lo tanto tiene la capacidad de que las raíces de las plantas logren extenderse y profundizarse en busca de agua y nutrientes. De este modo si el nivel de densidad es alto la compactación se encuentra elevada, se puede mejorar con buenas prácticas de manejo de suelo. (Silva & Miras, 2023)

Este es un indicador clave, porque nos permite conocer las condiciones en las cuales se encuentra el suelo, un valor ideal de densidad aparente muestra características deseables para mantener un cultivo, mientras que un valor alto, es señal de compactación, por lo tanto, disminuye la producción.

Método para medir la densidad aparente

Existen diferentes métodos para determinar la densidad aparente del suelo, el más conocido es el método del cilindro metálico, consiste en enterrar el cilindro en el suelo dando pequeños golpes para que entre en su totalidad, luego con ayuda de una pala se retira del suelo con el cuidado de que no se derrame la muestra tomada, se seca al horno a una temperatura de 105°C, hasta que tenga un peso constante. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso seco del suelo por el volumen que ocupaba en el campo. (Rubio, 2010)

$$D_a = \frac{\text{masa del suelo seco}}{\text{volumen total de la muestra}}$$

Esto es de gran importancia porque permite tener conocimiento sobre el nivel que presenta el suelo, ya sea una densidad baja o alta, lo cual permite tomar de decisiones de manera acertada en relación al terreno y la manera de seguir cultivando de manera eficiente.

2.3.4. Rastrojo

Es el material o residuo vegetal que queda en la parcela después de la cosecha de los cultivos, estos pueden ser hojas, tallos o cualquier estructura de la planta, incluso los restos de maleza. Aporta muchos beneficios al suelo, primeramente, actúa como abono orgánico y se utiliza como cobertura del suelo para cubrir y proteger su superficie. (Carrasco & Aguirre, 2016)

Más que residuos, los rastrojos son un componente esencial a la hora de realizar buenas prácticas agrícolas, esto porque se pueden utilizar como cobertura del suelo, para protección y reducción de la erosión, de igual forma, aporte de materia orgánica y hábitat para muchos microorganismos.

2.3.5. Humedad Gravimétrica

Es una medida que indica el contenido hídrico presente en un suelo agrícola, es decir, es un indicador de la cantidad de agua disponible en la tierra. Se determina mediante la siguiente operación que sería la masa de suelo húmedo que esto hace referencia a la muestra y como se estrajo, menos la masa de suelo seco (es el peso después de secarlo) entre la masa de suelo seco por 100. (Álvarez , 2020)

$$\text{Humedad gravimétrica (Hg)} = \frac{\text{Peso del suelo húmedo} - \text{Peso del suelo seco}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

Conocer la humedad gravimétrica de un suelo, resulta de gran importancia porque es un indicador que demuestra cuál es el porcentaje disponible de agua en el suelo, este se debe encontrar en un rango moderado porque si es muy bajo las plantas presentan estrés hídrico, mientras que si se encuentra muy alto provoca asfixia radicular.

2.3.6. Cobertura del suelo

Es la descripción del material físico o biológico que cubre la superficie de la tierra, es de gran importancia en suelos agrícolas, ya que, permite mantener la productividad, sostenibilidad y la salud del suelo a largo plazo. Lo que asegura beneficios a futuro en los cultivos. (CONABIO, 2020)

Mantener la cobertura en el suelo, genera un sinnúmero de beneficios como: reducción de la erosión, protección por daños causados por el aire, aporte de materia orgánica y hospedaje para agentes microbianos, debido a esto, es importante tomar en cuenta todos estos aportes al momento de establecer un cultivo.

2.3.7. Lombriz de tierra

Las lombrices de tierra juegan un papel indispensable en muchos ámbitos, uno de ellos es en los suelos agrícolas, de tal manera que son consideradas “ingenieros de los ecosistemas” ya que, con su actividad son capaces de modificar el suelo al ayudar en la descomposición de la materia orgánica y crear nuevos hábitats para muchos otros animales. (Novo , Gutiérrez , Díaz, & Trigo , 2019)

Estos invertebrados representan un referente de un suelo sano, dado que, su presencia es señal de buenas condiciones de fertilidad, así mismo, promueven un ambiente saludable para el buen desarrollo de las plantas.

2.3.8. Rendimiento

El rendimiento de un cultivo se define ampliamente como la cantidad de producto cosechado en un área específica (cantidad de producto cosechado/área cultivada). Ngoune & Shelton (2019).

El rendimiento de un cultivo es la cantidad de producto cosechado, es un indicador que permite evaluar que tan eficiente y productivo fue un cultivo en un área de suelo determinado.

2.4. Prácticas de manejo del suelo y su relación con la degradación

Las prácticas agrícolas ejercen un impacto fundamental en la biota del suelo, sus actividades y diversidad. La deforestación o conversión de praderas para cultivos agrícolas afectan de manera drástica el ambiente del suelo llevando a la reducción del número y especies de organismos. Además, la reducción de la cantidad y calidad de residuos vegetales incorporados al suelo y la reducción en número de especies de plantas superiores lleva a cabo a la reducción en el rango de hábitat y fuentes de alimentación para los organismos del suelo. (FAO, 2024)

Las actividades agrícolas afectan de manera directa las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo consecuentemente da lugar al deterioro de su estructura causando así afectaciones en la fertilidad por lo tanto disminuye la producción agrícola por esta razón afecta la economía de los agricultores.

2.4. Recomendaciones para el manejo del suelo

Según (Kogut, 2024) reducir la degradación del suelo exige el uso constante de técnicas de gestión sostenible de la tierra a lo largo del tiempo. Aunque preservar la salud y la fertilidad de la tierra es una maratón, vamos a repasar cómo prevenir o detener la degradación del suelo con diversas soluciones: Aplique técnicas de labranza de conservación. practique la rotación de cultivos, alterne cultivos mediante el cultivo en franjas, evite el riego excesivo, aplique la cantidad adecuada de fertilizante. Apueste por la agricultura ecológica, siembre cultivos de

cobertura, adopte la agricultura en curvas de nivel, practique la agricultura en terrazas en las laderas.

Haciendo énfasis en todo lo anteriormente, se quiere recalcar los puntos más importantes. Es necesario tener en cuenta que para la degradación de los suelos agrícolas existen una gran variedad de causas, aunque las que principalmente son responsables de estos efectos son las prácticas de manejo realizadas por el hombre.

Ante esta situación se recomienda que al momento de producir, no enfocarse solamente en conseguir de la manera que sea el volumen y rendimiento de la producción del presente, sino que ser más concientes de las actividades realizadas y sus consecuencias a largo plazo, es decir, tener una visión futura de mantener la salud de los suelo, ya que, esto permitirá establecer una mayor sostenibilidad

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en la comunidad Laguna de los Hernández, ubicada al suroeste de Condega, departamento de Estelí, a 214 km de Managua.

La comunidad Laguna de los Hernández se localiza entre las coordenadas 13.30448° o 13° 18' 16" latitud norte y -86.42756° o 86° 25' 39" longitud oeste. (Mapcarta, 2024) Ver anexo 1

3.2. Tipo de paradigma

El paradigma de la investigación es sociocrítico se fundamenta en la teoría crítica y plantea que la investigación debe orientarse no solo a comprender la realidad, sino a transformarla mediante la participación activa de los involucrados y la reflexión sobre las condiciones sociales que requieren cambio. (Fernandez Collado, Hernandez Sampieri, & Baptista Lucio, 2014)

3.3. Enfoque de la investigación

El enfoque de este trabajo es mixto, cualitativo porque se abordaron variables a nivel de la percepción de los productores, en cuanto a manejo de prácticas productivas, a través de la realización de encuestas, para tener conocimiento de las actividades realizadas, mientras que cuantitativo porque fue necesario la recopilación de datos en campo de las variables que se estuvieron analizando como cobertura del suelo, materia orgánica, humedad gravimétrica, densidad aparente y ph, de esta manera, se emplearon porcentajes de los resultados requeridos que fueron fundamentales en esta investigación.

3.4. Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance)

Es de tipo descriptiva, ya que, se describieron las actividades realizadas por los productores en sus parcelas y si estas estaban teniendo repercusiones negativas en el suelo.

Se planteó realizar esta investigación en este lugar, porque anteriormente no se habían hecho estudios de este tipo en este sitio y esto provocaba desconocimiento del estado actual en el que se encontraban los suelos. Mediante esto se pretendió obtener resultados confiables que

permitieran determinar la situación actual en esta comunidad. Se contó con instrumento para medir densidad aparente y humedad gravimétrica, también se tuvo al alcance manera de realizar pruebas de laboratorio.

Para elaborar este trabajo, la idea surgió en abril del 2023, luego en noviembre de 2024, se hizo un documento donde se planteó y describió la manera de cómo llevarlo a cabo, teniendo esto listo, a finales de 2024 se hizo la incorporación de rastrojos en las parcelas de estudio y se tomó el peso de biomasa de rastrojo de la incorporación, luego se realizaron pruebas de materia orgánica, densidad aparente, humedad gravimétrica (tres veces), evaluación visual de suelo, conteo de lombrices y rendimiento.

3.5. Según nivel de amplitud:

Se considera un estudio transversal, porque se realizó en un lapso de tiempo corto, debido a que en este caso se estableció un ensayo en parcelas de granos básicos para determinar la relación existente entre las prácticas de manejo agrícolas que están realizando los productores y la degradación del suelo. Para esto se dió inicio en diciembre donde se hizo incorporación de rastrojos, culminando con la obtención de resultados en junio y julio.

3.6. Descripción de la unidad de análisis experimental

En este caso, se evaluó la relación existente entre la degradación y las prácticas de manejo, fue necesario realizar encuestas a los productores para tener conocimiento de las actividades que establecen en sus parcelas. Teniendo en cuenta esto, se contó con 3 productores con dos parcelas cada uno, en donde se hayan realizado diferentes actividades, se tomaron muestras de ph, materia orgánica, densidad aparente en el suelo, humedad gravimétrica, lombrices presentes en la tierra de esta manera se determinó qué prácticas están afectando el suelo.

Manejo del ensayo

En este caso se tomó como muestra a tres productores con dos parcelas cada uno, de las cual una fue de manera tradicional (parcela testigo) y otra con incorporación de rastrojos (parcela de estudio). De esta manera comparar cuál es la mejor práctica de manejo agrícola.

Recopilación de información a través de encuesta

Se realizó una encuesta a los productores, para tener conocimiento de las prácticas de manejo agrícola que hacen en sus parcelas, de esta manera, obtener conocimientos previos antes de tomar las muestras. Ver anexo 2.

Toma de datos en campo

Materia orgánica

Para este ensayo se utilizó la metodología propuesta por el CIAT y CATIE para materia orgánica, esta consiste en tomar muestras de la parte alta, media y baja de la parcela, en cada una de las partes, se toma un área de 1 metro cuadrado y se hacen 6 monolitos (hoyos), con una dimensión de 10 cm ancho y 10 de profundidad en frijoles y 10 cm de ancho y 15 de profundidad en maíz. De esto se hace una mezcla homogénea y se seleccionan 1 kg para mandarlos para el análisis de laboratorio, ya sea con el método de oxidación o el de calcinación en horno.

Densidad aparente y humedad gravimétrica

Fue a través de un cilindro metálico, primeramente se tuvo conocimiento del volumen y peso de este instrumento, el cual se introdujo en el suelo y se llevó al laboratorio. Ver anexo 8.

Biomasa de rastrojos

Se utilizó un área de 1 metro cuadrado, se pesó el rastrojo dentro del lugar de estudio y se tomó una muestra de 1 libra. Ver anexo 7.

Muestreo de lombriz de tierra

Se hizo un hoyo de 30 x 30 x30 cm, la tierra encontrada aquí se colocó en un saco, se desbarataron los terrones, se contaron y pesaron las lombrices presentes, esto se realizó en los meses de abril y junio, que es la salida de verano y entrada de invierno.

Estimado de cosecha

Para conocer cuanta producción de maíz se podría obtener en el ciclo 2025, se elaboró un estimado de cosecha. Primeramente, se midió un m² y se cuantificaron el número de plantas

y mazorcas por planta, se desgranaron y se pesaron los granos para obtener el peso en gr y se hizo la conversión a quintales por manzana. Ver anexo 12

Criterios de inclusión y exclusión

En la realización de este ensayo, se tomó en cuenta productores de la comunidad que cuentan con parcelas con actividades de manejo agrícola similares y se excluyeron aquellos que no pertenecían al lugar de estudio y sus parcelas no contaban con las características establecidas en el ensayo.

3.7. Definición de variables con su operacionalización

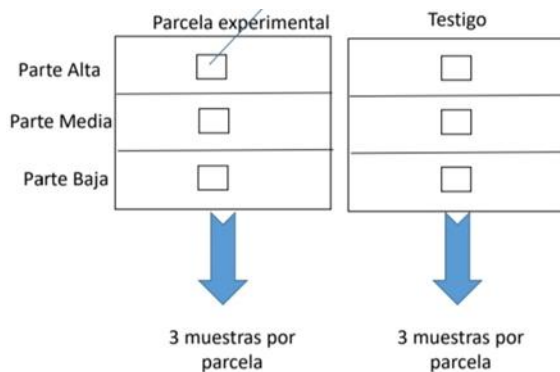
Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Técnica	Fuente
Describir las prácticas de manejo agrícolas realizadas por los productores en sus parcelas	Prácticas agrícolas	Son un conjunto de acciones o prácticas que se realizan en una explotación agrícola	Diversificación de cultivo Agricultura de conservación Incorporación de abonos orgánicos	Tipo de cultivo establecido Incorporación de rastrojos, cero labranza o labranza mínima. No quema, manejo de cobertura y cercas vivas.	Encuesta	Productores
Identificar el nivel de degradación de suelo en las parcelas de estudio.	Nivel de degradación	Es un proceso degenerativo que reduce la capacidad actual o futura de los suelos para seguir desempeñando	Propiedades físicas Químicas	Textura, Coloración, cobertura, profundidad. Materia orgánica Ph Densidad aparente	Observación Muestreo de suelo Muestreo de suelo	Evaluación visual de suelo Análisis de laboratorio

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Técnica	Fuente
		sus funciones características.	Biológicas	Humedad gravimétrica.	Muestreo de suelo	Evaluación visual
				Lombrices		
Proponer alternativas de manejo que contribuyan a la mejora del suelo en las parcelas de granos básicos de la zona en estudio.	Alternativas de manejo	Todas las prácticas que promuevan un aumento de la materia orgánica y mayor biodiversidad del suelo mejorarán su fertilidad y capacidad de suministrar nutrientes a las plantas.	Incorporación de rastrojos Cobertura del suelo Conservación de los organismos	Mayor producción del suelo en buen estado Textura Color Organismos vivos Estructura Salud química	Observación en campo Muestreo del suelo	Parcelas

3.8. Diseño Experimental

En este caso el diseño es cuasi experimental de parcelas pareadas, donde se seleccionaron 3 productores, total de 6 parcelas con actividades diferentes de las cuales se hicieron muestras de suelo a través de pruebas de ph, materia orgánica y densidad aparente, humedad gravimetrica, biomasa, rendimiento, de esta manera se hizo comparación de los resultados obtenidos para identificar qué prácticas son las que más están afectando.



Parcelas pareadas

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} :Es el valor observado de la variable dependiente para el ii-ésimo tratamiento y el jj-ésimo individuo.

M : Es la media general de todos los valores observados.

T_i : Es el efecto del ii-ésimo tratamiento. Representa la desviación de la media general debido al tratamiento específico.

E_{ij} Es el error aleatorio asociado con el jj-ésimo individuo en el ii-ésimo tratamiento. Representa la variabilidad no explicada por el modelo

Para la obtención de resultados eficaces, fue necesario la utilización de una variedad de técnicas e instrumentos que facilitaron nuestro trabajo investigativo, es por ello que hicimos uso de los siguientes:

3.9. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Realización de encuestas

Se hicieron encuestas a productores, con el fin de conocer las diferentes prácticas de manejo agrícolas que llevan a cabo en sus parcelas.

Biomasa del rastrojo

Eso se hace cada vez que se realizó incorporación de rastrojo, se utilizó una cinta métrica para medir 1 metro cuadrado y se fue estaquillando en las esquinas para orientarse, de esta manera, se pesó todo el rastrojo que se encontró en esta área, esto con ayuda de un saco, del total del rastrojo, se pesó una muestra de aproximadamente una libra, sin el peso del saco.

Muestra de materia orgánica para análisis de laboratorio

Para este muestreo fue necesario tomar 3 muestras por parcelas, en la parte alta, media y baja, de igual forma, se tomaron 6 submuestras dentro de cada una, a una profundidad de 10 cm y se sacó una mezcla homogénea de aproximadamente 1 kg, se colocó en una bolsa plástica, se rotuló y fue mandada al laboratorio para calcular el porcentaje de materia orgánica por el método de pérdida de ignición (LOI).

$$\text{MO (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Muestra de densidad aparente y humedad gravimétrica

Esto se hizo con ayuda de un cilindro metálico, de los cuales se tenía conocimiento de su peso y volumen para tomar muestra de densidad aparente y humedad gravimétrica, simultáneamente. El cual se introdujo en el lugar de estudio a una profundidad de 10 centímetros, se eliminó el exceso de tierra del cilindro, de esta manera se pesó todo el producto, se envolvió la muestra en papel aluminio y se rotuló y esta prueba fue llevada al laboratorio, para determinar dichos parámetros. La muestra de humedad se llevó a cabo en tres momentos: febrero que era cuando estaba iniciando el verano, a finales de abril cuando finalizaba el verano y en julio que estaba completamente establecido el invierno. Se muestran las fórmulas para calcular estos indicadores:

$$D_a = \frac{\text{masa del suelo seco}}{\text{volumen total de la muestra}} \quad H_g = \frac{\text{Peso del suelo húmedo} - \text{Peso del suelo seco}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

Muestreo de lombriz de tierra

Se realizó un monolito de 30 x 30 x 30 cm, en la parte alta, media y baja, haciendo dos en cada una, de esta manera se excavó la tierra que se encontró ahí dentro, este se depositó, en un saco, se desbarataron los terrones y se sacaron todas las lombrices que se encontraron.

Estimado de cosecha

Para conocer cuanta producción de maíz se iba a obtener se elaboró un estimado de cosecha en el ciclo productivo 2025. Primeramente se cuantificaron el número de plantas que había en un m^2 para posteriormente desgranar cada mazorca y hacer su peso en gr.

3.10. Validez o confiabilidad de los instrumentos

Para garantizar la validez de la información, se emplearon instrumentos que cuentan con respaldo metodológico y técnico. La encuesta fue revisada por docentes del área agrícola y metodología de la investigación, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y coherencia, asegurando la validez del contenido. Ver anexo 4.

Los análisis de laboratorio fueron en el Laboratorio de Agua y Suelo de UNFLEP, el cual cuenta con procedimientos validados por la Dirección de Ciencias Agropecuarias de la universidad, garantizando la precisión y calidad de los resultados obtenidos. Ver anexo

Finalmente la evaluación visual de suelo (EVS) se realizó aplicando una guía técnica de INAFOR, basada en criterios para caracterizar estructura, textura, color, compactación, presencia de materia orgánica. Ver anexo 3.

3.11. Procedimiento para el análisis de datos

Esto se hizo a través del programa de INFOSTAT que es un programa estadístico desarrollado en el ambiente Windows que ofrece una interfaz avanzada para el manejo de datos basada en el difundido concepto de planilla electrónica. Permite importar y exportar bases de datos en formato texto, Excel y Epiinfo. Posee rápido acceso a herramientas para el manejo de datos como por ejemplo utilizar fórmulas, aplicar transformaciones, ordenar, categorizar variables, generar variables aleatorias mediante el uso de la simulación, concatenar tablas, seleccionar registros activos, etc. Las capacidades de copia y pegado

permiten trasladar fácilmente tablas, resultados y gráficos a otras aplicaciones Windows. (UNC, 2010)

Este programa nos permitió analizar estadísticamente los datos para su interpretación y creación de los gráficos para hacer un reporte de resultados.

Para analizar los datos recopilados en la encuesta se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es un software estadístico que permite ejecutar análisis de encuestas para la elaboración de tablas y gráficos (Superior, 2025)

3.12. Consideraciones éticas

Se consideraran distintos aspectos éticos como la protección del medio ambiente en este caso el recurso suelo, autorización de los agricultores para la manipulación de sus parcelas, confidencialidad y privacidad de su información personal.

Transparencia y honestidad de resultados proporcionando resultados precisos sin manipular ni alterar los resultados para apoyar la primera hipótesis de que existe degradación de suelo asociado a prácticas de granos básicos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Prácticas de manejo agrícola

4.1.1. Aspectos generales de la población en estudio

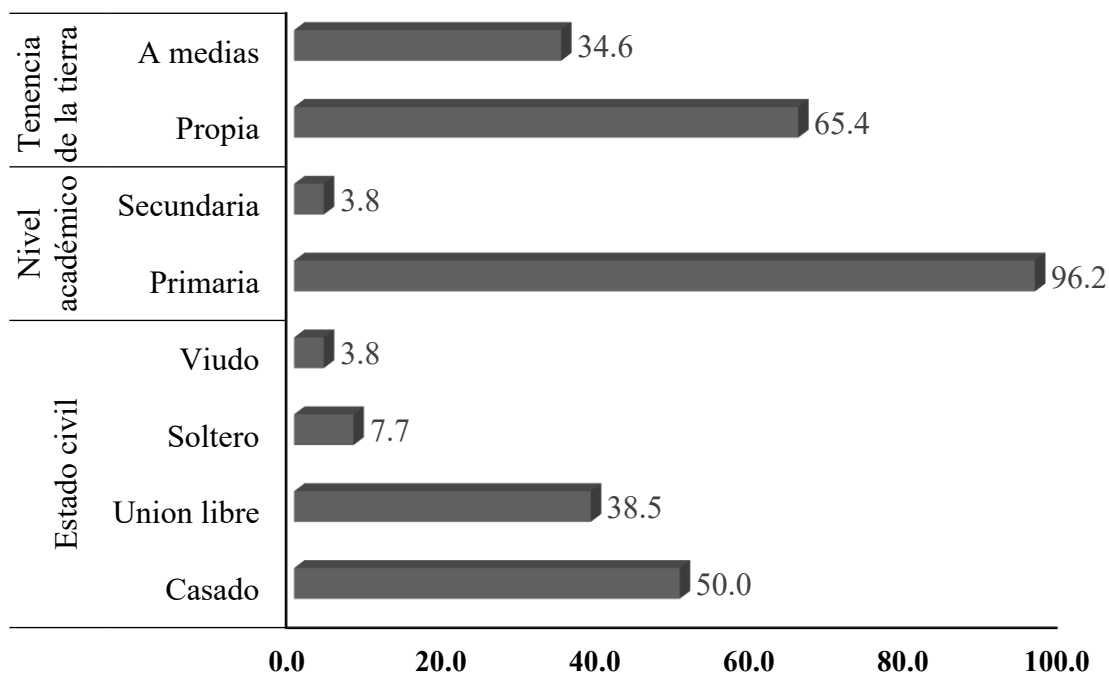
En la figura uno se describe aspectos generales de la población en estudio de la comunidad laguna de los Hernández, localizada en el municipio de Condega, encontrándose que la mayoría de las familias encuestadas tienen un nivel académico de primaria completa. Con relación al estado civil, el 50% son casados, seguido por un 38.5% en unión libre, un 7.7% soltero y un 3.8% viudo. En cuanto a la tenencia de la tierra, se menciona que, un 65.4% poseen tierra propia, mientras que el 34.6% trabajan en conjunto con otros productores con tierras a medias.

Estos resultados reflejan una población donde predomina un bajo nivel académico, ya que la mayoría de la población solo ha alcanzado la primaria, esto limita sus conocimientos y acceso a tecnologías desarrolladas, de igual forma, un punto a su favor es que un gran número de familias poseen tierras propias y esto favorece a la hora de realizar nuevas prácticas agrícolas y estabilidad en la producción. También el predominio de personas casadas influye de manera positiva porque permite mantener familias estables que se enfocan en aumentar su producción

Estos datos son similares a los reportados por Navarro, Rivera, & Ruiz , (2016) donde describen que en el municipio de Condega el 51% de la población se encuentra casada, el 32% de los productores involucrados están en unión libre y los demás puntos restantes (17%) representan a los solteros y viudos.

Figura 1.

Aspectos generales



4.1.2 Tipos de prácticas de manejo agrícola

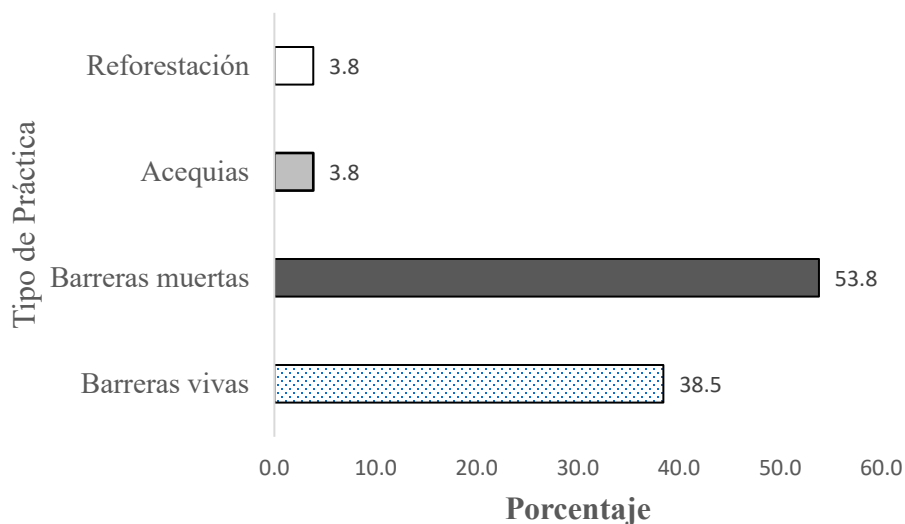
En la figura dos se presentan los resultados de las prácticas de conservación de suelo y agua que los productores realizan en sus parcelas donde se resalta que el 54% de los productores establecen barreras muertas, como la práctica que mayor predomina, seguido de barreras vivas, acequis y reforestacion en menor escala.

Se puede observar que este grupo de población, ha venido realizando obras de conservación de suelo y agua, aunque hay una brecha por llegar a que el 100% de los productores y productoras establezcan en sus unidades productivas prácticas que favorezcan dicha conservación de suelo. Estos resultados sugieren que aunque existe interés, aún falta fortalecerlo.

Estudios similares reflejan que las prácticas que mas han implementado los productores son las barreras muertas estas en forma individual o en combinacion con otras tales como diques y barreras vivas Cooper & Martinez. (2022).

Figura 2.

Tipos de prácticas de conservación



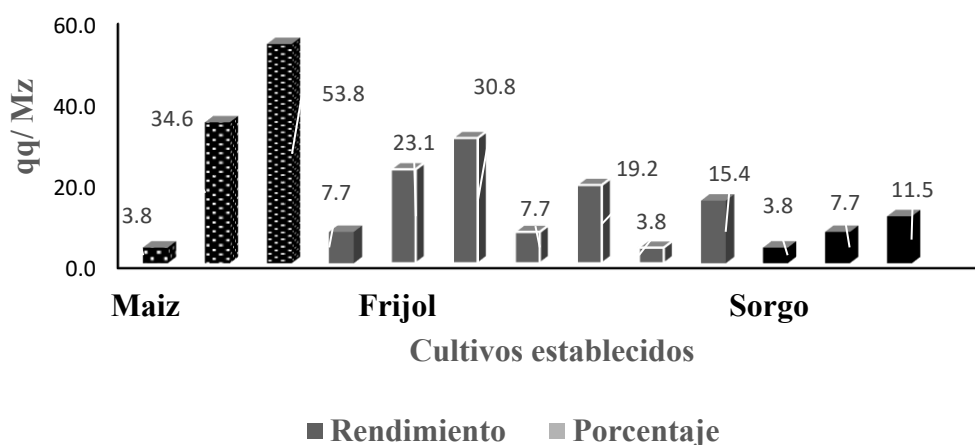
4.1.3. Tipo de cultivo establecidos y su rendimiento

En el gráfico tres se describe el rendimiento de cosecha en granos básicos (maíz, frijoles y sorgo) en años anteriores, donde muestra que la producción de maíz el 53.8% cosechan 30 qq, en cultivo de frijol el 30.8% cosecha 10 qq y en cultivo de sorgo el 15.4% obtiene 30 qq. Los datos muestran que el cultivo de maíz es el de mayor importancia para los productores, mientras que el frijol tiene un rendimiento bajo, y el sorgo aunque tiene buen rendimiento muy pocos productores lo siembran.

(Alvaro, 2017) describe que Nicaragua ocupa el último lugar en rendimientos físicos por manzana en el cultivo del maíz, resultados parecidos a los encontrados en esta investigación.

Figura 3.

Rendimiento en cultivos de años anteriores



4.1.4. Buenas prácticas agrícolas

En la figura se describen variables de prácticas agrícolas que realizan los productores donde se encontró que el 92.3% de la población realizan rotación de cultivos, de igual manera, el 11.5 % establecen cultivos de cobertura, un 26.9% hacen labranza mínima y 73.1 siembra directa.

Según estos resultados muestran que la mayoría de los agricultores implementan prácticas sostenibles, como es la rotación de cultivos que permite mantener la fertilidad del suelo, la labranza mínima y siembra directa que permiten reducir la erosión y no remover tanto la tierra. Sin embargo, muy pocos utilizan cultivos de cobertura, esto indica que todavía falta fortalecer esta práctica.

Estos resultados son similares a los descritos por Cordero (2015) El resultado de esta evaluación indica que la calidad de los suelos es el resultado de múltiples factores, tales como las propiedades edáficas, sistemas de uso de la tierra y prácticas agronómicas, las cuales fueron particulares para cada parcela. Se mostraron diferentes limitantes en los diferentes cultivares de frijol como son los contenidos medios de materia orgánica y la infiltración, lo cual está relacionado con la textura y al grado de compactación del suelo por exceso de

labranza. Este proceso contribuye para que los agricultores de la zona procuren realizar prácticas para mejorar o aumentar la productividad del suelo.

Figura 4.

Buenas prácticas agrícolas

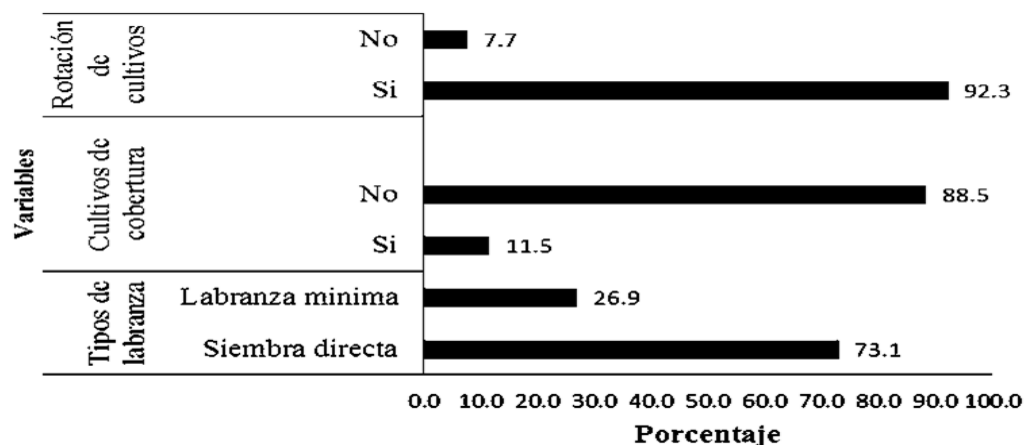


Tabla 1 Prácticas agrícolas realizadas en las parcelas

Variables	Tipo de uso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Rastrojos	Alimento para los animales	26	100.0	100.0
Control plagas	de Químico	26	100.0	100.0
Análisis suelo	de No	26	100.0	100.0
Quema	No	26	100.0	100.0

En la tabla uno se describen las diferentes prácticas agrícolas realizadas por los productores en sus parcelas, donde el 100 % de la población deja el rastrojo en el campo para alimento del ganado, de igual forma, el control de plagas es químico y no realizan análisis de suelo ni quemas.

Esto demuestra que la práctica de los rastrojos puede ser perjudicial, ya que, el pisoteo del ganado causa compactación y la tierra queda descubierta. También la dependencia de químicos genera efectos negativos sobre la salud del suelo. Así mismo el hecho de no realizar análisis de suelos limita el conocimiento de los requerimientos que este necesita. Un punto a favor es el no realizar quemas.

Velásquez, López , & Delgadillo (2019) afirman que la agricultura de conservación tiene un efecto positivo en la conservación del suelo, dispone de mayor cantidad de carbono debido a que no ha sufrido pérdidas de la cobertura orgánica de la capa superior del suelo, las siembras sobre el cultivo anterior que es la esencia de la agricultura de conservación, esta rápidamente convirtiéndose en una práctica exitosa de cultivo.

4.2. Nivel de degradacion del suelo

Tabla 2 Rangos de ph

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
PH	Conrastrajo	1	9	6,58	0,37	6,80	0,38	0,5623
PH	SinRastrojo	2	9	6,56	0,30	6,70		

La tabla dos describe la variable de ph, donde se realizó un análisis de varianza no paramétrico porque su comportamiento es < 0.05 y no muestra diferencia porque su p.valor es > 0.05 .

Esto nos demuestra que en las parcelas analizadas no existe diferencia significativa, ya que, es similar tanto en la de estudio como en la testigo, con un promedio de 6.5, es decir que el ph es neutro por la tanto un rango óptimo.

Estudios similares descritos por Casco & Ortez (2017) donde aseguran que dentro del análisis realizado se estima un pH de 6.5 suelos neutros que viene siendo una condición adecuada para la asimilación ya que se encuentran de forma abundante en cuanto a nutrientes se refiere así mismo influyendo directamente en el desarrollo de las plantas.

Tabla 3. Comportamiento de la densidad aparente

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Densidad aparente	Conrastrajo	1	9	1,68	0,12	1,70	0,78	0,3603
Densidad aparente	SinRastrojo	2	9	1,62	0,13	1,60		

La tabla tres muestra la densidad aparente para esto se hizo un análisis de varianza no paramétrico porque su comportamiento es < 0.05 y no muestra diferencia porque su p-valor es > 0.05 .

Estos resultados, nos confirman que estadísticamente no hay diferencia significativa en cuanto a densidad aparente, su media es de 1.6, lo cual demuestra que es un dato de compactación en estos suelos.

Resultados de Blanco, García, & Vega (2018) muestran que la densidad aparente óptima para la producción varía entre 1 y 1.4 y valores de 1.5 y 1.7 disminuyen la producción de los cultivos porque indica compactación y limita el desarrollo de las plantas.

Tabla 4. Comportamiento de humedad gravimétrica

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Humedad gravimétrica	Conrastrajo	1	9	9,87	2,18	10,40	0,50	0,5026
Humedad gravimétrica	SinRastrojo	2	9	9,03	2,91	10,20		

En la tabla cuatro se observa la tendencia de la humedad gravimétrica donde se estableció un análisis de varianza no paramétrico porque su comportamiento es < 0.05 y no muestra diferencia porque su p-valor es > 0.05 .

De acuerdo a esto, podemos comprobar que estadísticamente no existe diferencia entre la humedad de las parcelas, pero según lo observado existe una ligera variación con mayor tendencia en la parcela de estudio de un 0.84% más que la testigo. Este valor, nos indica que un terreno con rastrojo guarda mayor humedad, aunque estos datos de 9% indican que el suelo no tiene los niveles óptimos necesarios, pero no está saturado y mantiene un nivel

aceptable.

Esto se relaciona con lo encontrado por Herrera & Rivas (2016-2017) donde dicen que estadísticamente solo en 3 parcelas hay relación entre las variables presentando mayor relación las que están con cobertura de suelo debido a la selección de prácticas de conservación, entre mayor sea la cantidad distribuida de rastrojos en las parcelas mayor será el incremento de la estructura del suelo y la estabilidad de los agregados, por ende mayor humedad en cuanto a la capacidad de retención de esta en el suelo.

Tabla 5 Rendimiento en cultivo de maíz

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Rendimiento	Conrastrajo	1	6	78,90	29,69	78,90	2,08	0,2186
Rendimiento	SinRastrojo	2	6	65,30	27,50	65.30		

En la tabla cinco se muestran resultados donde se estableció un análisis de varianza no paramétrico porque su comportamiento es < 0.05 y no muestra diferencia porque su p-valor es > 0.05 .

Aquí se observa que no existe diferencia estadística significativa en los resultados, sin embargo, en la media existe una tendencia mayor en la parcela con rastrojo.

Este resultado es similar al descrito por Casco & Ortez (2017) donde afirman que se observa diferencia estadística en cuanto a la parcela estudiada ya que su media presentó un valor de 388,92 Kg, en comparación con la testigo que obtuvo una media de 362,37 Kg, obteniendo mayor producción en la parcela ASA, respecto a la parcela testigo los rendimientos fueron más bajos.

En esta tabla cinco se encuentran los datos del rendimiento de maíz del ciclo 2025, estos resultados muestran un rendimiento bajo, sin embargo, en el gráfico tres se observa un porcentaje mayor en años anteriores. Lo que evidencia que cada vez va en disminución la producción debido al deterioro continuo de los suelos de esta comunidad.

Tabla 6. Materia Orgánica Análisis de la Varianza

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	1,56	1	1,56	0,93	0,3495
Tratamiento	1,56	1	1,56	0,93	0,3495
Error	26,88	16	1,68		
Total	28,44	17			

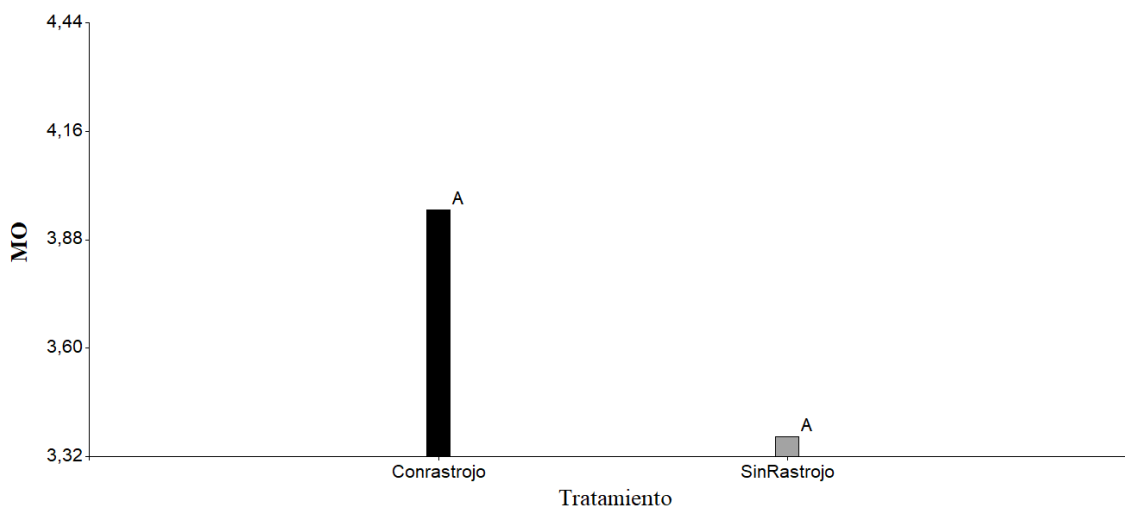
En la tabla seis se describe la variable de materia orgánica, donde se realizó un análisis de varianza porque su comportamiento es > 0.05 y no muestra diferencia porque su p-valor es < 0.05 .

Estos resultados, nos confirman que estadísticamente no hay diferencia significativa en cuanto a los tratamientos evaluados. Sin embargo, existe una mayor tendencia en las parcelas de estudio.

Los resultados son similares a los descritos por Casco & Ortez (2017) aseguran que la materia orgánica protege contra el sellado de la superficie por las gotas de agua de lluvia. También acciona como un adhesivo para permitir la formación de la estructura de las partículas del suelo junto con los poros.

Figura 5

Materia orgánica



Anteriormente, en la tabla seis se muestra el comportamiento de la materia orgánica, la cual no presenta estadísticamente diferencia significativa, sin embargo, en el gráfico cinco se ve una mayor tendencia de materia orgánica en las parcelas con rastrojo.

Tabla 7 Análisis de la Varianza de biomasa

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	2862,72	1	2862,72	2,57	0,1282
Periodo	2862,72	1	2862,72	2,57	0,1282
Error	17796,89	16	1112,31		
Total	20659,61	17			

En esta tabla siete se describe la variable de biomasa, donde se realizó un análisis de varianza porque su comportamiento es > 0.05 y no muestra diferencia porque su p-valor es < 0.05 . Estos resultados, nos confirman que estadísticamente no hay diferencia significativa en cuanto a los tratamientos evaluados. Sin embargo, existe una mayor tendencia en las parcelas de estudio.

Los resultados del estudio son similares a los encontrados por Gonzales, Lopez, Rugama, Lopez, & Urrutia (2019) donde describen que no se encontraron diferencias estadísticamente

significativas entre la disponibilidad de biomasa en los agroecosistemas que se manejan con cobertura (rastros de cultivos, arvenses y necromasa) y sin cobertura.

Tabla 8. Evaluación visual de suelo

Aspectos del suelo	Puntaje máximo	P1		P2		P3	
		Estudio	Testigo	Estudio	Testigo	Estudio	Testigo
Estructura	6	6	0	2	2	6	0
Porosidad	4	4	2	2	2	4	0
Coloración	4	4	2	2	1	4	2
Color de moteado	2	1	1	0	2	2	1
Conteo de lombrices	4	0	0	0	0	2	0
Compactación	2	2	1	2	2	1	0
Cobertura	6	6	6	2	0	6	0
Profundidad	6	6	6	3	2	3	3
Total	34	29	18	16	11	28	6

0 = Condición pobre

1 = Condición moderada

2 = Condición buena

Esta es una escala para determinar el nivel de degradación, el cual se multiplica por un factor en específico como se refleja en el anexo 3.

En la tabla ocho se describen los indicadores del suelo de las parcelas en estudio, entre ellos se pueden mencionar: estructura, porosidad, coloración, moteado, conteo lombrices, compactación, cobertura y profundidad; teniendo un promedio de indicadores para la interpretación de resultados, donde se destaca que un suelo pobre es 10, moderado 10 a 25 y bueno 25. Resultando dos parcelas con suelos buenos, tres suelo moderados y uno pobre.

Una vez después de analizar los resultados, se muestra que se encuentran en mejor estado las propiedades físicas de las parcelas en estudio, ya que, las dos que están en la categoría de

suelos buenos, son parcelas de estudio, seguido de uno moderado y en menor escala los suelos de las parcelas testigo. Debido a estos valores, se evidencia que un buen suelo es aquel capaz de mantener la producción en excelentes condiciones, que son fértiles, poseen buena humedad, estructura y materia orgánica, en cambio los moderados, presentan estas propiedades en menores cantidades y los pobres las presentan, pero en porcentajes casi nulos.

Estos resultados concuerdan con los descritos por Casco & Ortez (2017) que realizaron esta misma evaluación en comunidades del mismo municipio, así mismo, aseguran que hubo variación en las parcelas según las condiciones que presentaron; sin embargo, en su mayoría el color del moteado mantuvo un equilibrio obteniendo rangos de 1 y 2.

4.3. Alternativas de manejo para mejora del suelo

La conservación del suelo es fundamental para la sostenibilidad de la producción agrícola, especialmente donde la degradación y la dependencia excesiva de insumos químicos comprometen la productividad a largo plazo. Si bien el uso intensivo del suelo puede generar beneficios inmediatos en el rendimiento, sus efectos negativos se manifiestan con el tiempo, afectando la fertilidad, la calidad y estabilidad del suelo. (Cherlinka, 2021)

El manejo del suelo mediante prácticas conservacionistas surge como una alternativa clave para mantener y mejorar la productividad agrícola sin deteriorar los recursos naturales. Estas prácticas permiten reducir la erosión, conservar la humedad, mejorar la estructura y fertilidad del suelo, y minimizar la contaminación del medio ambiente, contribuyendo así a la sostenibilidad ecológica y económica.

Por lo anterior, se propone la implementación de alternativas de manejo del suelo basadas en prácticas conservadoras, orientadas a promover un uso racional del recurso suelo, garantizar su conservación a largo plazo y asegura.

Incorporación de rastrojos

El rastrojo es la acumulación de hojas, ramas y otros residuos vegetales que permanecen en el terreno después de realizar las labores de cosecha. En muchos casos, estos residuos son considerados de poca importancia; sin embargo, cumplen una función fundamental en la protección del suelo frente a la erosión y al impacto de las lluvias frecuentes.

La conservación del rastrojo de forma dispersa sobre la superficie del suelo donde se realizó la cosecha es una práctica recomendada por especialistas interesados en la preservación de los suelos. Estos residuos resultan indispensables para brindar protección a la tierra destinada a la siembra.

Para un mejor aprovechamiento, los rastrojos deben ser triturados en fragmentos pequeños, lo cual puede realizarse mediante el uso de una picadora o desmenuzadora. De esta manera, al incorporarse al suelo, su descomposición es más eficiente y favorece la formación de humus. El humus constituye la fracción más estable de la materia orgánica que permanece en el suelo luego de la descomposición, convirtiéndose en una reserva importante para su fertilidad.

Se recomienda no eliminar ni quemar el rastrojo antes de la siguiente siembra. Su incorporación al suelo tiene como objetivo conservar y mejorar las condiciones biológicas del terreno, ya que la materia orgánica aporta nutrientes, reduce el deterioro del suelo, mejora su estructura y contribuye a la retención de la humedad. (AGRONICA, 2020)

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una práctica agrícola que consiste en alternar diferentes cultivos en un tiempo determinado, esto para mantener la productividad del suelo y garantizar una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Esta actividad contribuye a la mejora de las propiedades del suelo, ya que, favorece la fertilidad del suelo, permite el control de plagas y enfermedades, porque la rotación rompe el ciclo de vida de ciertos organismos y esto limita su reproducción. De igual manera, sus

beneficios son múltiples debido a que incrementa la producción y promueve un equilibrio entre el suelo y las necesidades de los cultivos.

El propósito fundamental de la agricultura es lograr altos niveles de productividad, y la rotación de cultivos constituye una estrategia eficaz para alcanzar este fin. La aplicación de esta práctica en las unidades de producción permite enfrentar de manera natural y sostenible problemas comunes como el agotamiento de nutrientes del suelo y la presencia de plagas, sin generar impactos negativos en el ambiente. Rodríguez (2025)

Obras de conservación de suelo y agua

Las obras de conservación de suelo y agua son prácticas esenciales para el manejo sostenible de los sistemas agrícolas, están diseñadas para prevenir problemas de degradación y mejorar la optimización de los recursos. Una correcta implementación permite conservar el suelo, principalmente, en terrenos con pendientes, zonas con lluvias intensas y suelos frágiles.

El suelo se encuentra expuesto a diversas problemáticas, pero estos efectos pueden ser contrarrestados mediante la implementación de estas obras, entre las principales se pueden destacar: las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias y terrazas, las cuales ayudan a reducir la erosión, evitando que la capa fértil del suelo sea arrastrada por la corriente y la infiltración del agua.

La conservación del suelo es un punto clave de la agricultura, en especial de la agricultura ecológica. Gracias a una conservación del suelo apropiada, no solo se puede obtener un buen rendimiento en el campo en la actualidad, sino también en el futuro, sin tener que depender de productos químicos. Aunque los efectos de la conservación del suelo pueden no ser claramente visible a corto plazo, a largo plazo sí son notables, puesto que reducen la erosión, mantienen la fertilidad y minimizan la contaminación del medio ambiente, pues contribuye a la sostenibilidad ecológica. Cherlinka (2025)

Labranza mínima

La labranza mínima es una práctica clave porque permite reducir al mínimo las labores mecánicas del suelo, evitando la remoción excesiva de la tierra antes de la siembra.

Esta práctica genera muchos beneficios, debido que al no alterar la composición del suelo este preserva su estructura natural y se reduce la compactación, limita la erosión del suelo y disminuye los costos de maquinaria.

La labranza mínima, conocida también como labranza cero o siembra directa, se ha consolidado como una práctica innovadora dentro de los sistemas agrícolas, orientada a transformar los métodos tradicionales de cultivo. A diferencia de las labores intensivas que generan una fuerte alteración del suelo, esta técnica promueve una intervención reducida en la capa superficial. Asimismo, se integra dentro del enfoque de la agricultura de conservación, cuyo objetivo es proteger la estructura del suelo, reducir los procesos erosivos y conservar su fertilidad a largo plazo. Azada Verde (2023)

Abonos verdes

Los abonos orgánicos son una alternativa sostenible, porque sustituye el uso de agroquímicos, son residuos provenientes de restos de vegetales y animales, los cuales son utilizados para mejorar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento del cultivo.

Su importancia recae principalmente en el aporte de materia orgánica y nutrientes para el desarrollo óptimo de las plantas. Así mismo, estimulan la actividad biológica del suelo y ayuda a reducir la contaminación y degradación del mismo.

Los abonos orgánicos han sido empleados históricamente con el propósito de mejorar la fertilidad del suelo y optimizar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, favoreciendo así el adecuado crecimiento de los cultivos. En la actualidad, su utilización ha cobrado mayor relevancia debido a que se ha comprobado su eficacia en el aumento de los rendimientos y en la mejora de la calidad de la producción agrícola.

La incorporación de materiales orgánicos capaces de aportar materia orgánica al suelo genera respuestas positivas en los cultivos, pudiendo alcanzar incrementos significativos en el rendimiento. Además, la materia orgánica, especialmente la proveniente de estiércoles, aporta cantidades importantes de nutrimentos esenciales para las plantas. INTAGRI (2024)

Las prácticas de conservación constituyen una herramienta fundamental para el manejo sostenible de los sistemas agrícolas, ya que permiten mantener en buenas condiciones las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La implementación adecuada de estas prácticas aporta grandes beneficios, ya que, protege el suelo en relación a la erosión, mejora su fertilidad y disminuye los costos de producción.

La Agricultura de Conservación tiene múltiples beneficios ambientales, como son el freno en más de un 90% a la erosión, la mejora de la calidad de los suelos y las aguas, el aumento de la biodiversidad, el freno al cambio climático, y todo ello unido a una mejora de la rentabilidad para los agricultores. Velásquez, López , & Delgadillo (2019)

V. CONCLUSIONES

Los principales cultivos establecidos por los agricultores en comunidad Laguna de los Hernández son maíz, frijol y sorgo en menor porcentaje. Los productores realizan prácticas agrícolas, como el manejo de los rastrojos, este es dejado en el campo para alimento del ganado. Así mismo, no se realizan análisis de suelo y esto limita el conocimiento de sus requerimientos, no efectúan quemas, el control de plagas es químico, establecen rotación de cultivos y los de cobertura en menor proporción. También la siembra la hacen de manera directa, labranza mínima, barreras vivas y muertas.

Los análisis de laboratorio no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las parcelas de manejo tradicional y las parcelas con incorporación de rastrojos en cuanto a los indicadores de degradación. Lo que nos indica que, en corto plazo los cambios en los indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo no son suficientes para mostrar diferencias medibles estadísticamente. Sin embargo, existe una mayor tendencia en las parcelas de estudio que incorporan prácticas de conservación (manejo de cobertura).

La evaluación visual del suelo evidenció mejoras en las parcelas con incorporación de rastrojos, mejor estructura, mayor presencia de materia orgánica. De igual forma, algunas alternativas que pueden contrarrestar todos efectos son las prácticas de conservación, cultivos de cobertura, incorporación de rastrojos, labranza mínima, rotación de cultivos, implementación de barreras vivas y muertas, en fin, toda práctica que ayude a la mejora de la salud del suelo, de esta manera mantener su máxima productividad a largo plazo.

VI. RECOMENDACIONES

Principalmente, los productores deben de mejorar sus actividades en las parcelas, ya que, se ha demostrado que existe cierto nivel de degradación que se ha ido generando por las diferentes prácticas de manejo agrícola que han establecido anteriormente, actuar con una visión a futuro y no tomar decisiones que pueden ser eficaces al momento, pero perjudiciales a largo plazo.

Realizar evaluación visual de suelo, ya que, de esta manera se permite tener conocimiento del estado en el que se encuentra y saber sus requerimientos. Así mismo, mantenerse informado sobre temas de fertilidad, uso racional de los recursos y técnicas de conservación de suelo.

Implementar prácticas de conservación de suelo que permitan garantizar un nivel óptimo en la producción. Adaptarse a nuevos cambios para no estar repitiendo el mismo patrón de prácticas que van deteriorando poco a poco el suelo hasta llevarlo a la infertilidad, es por esto, que se debe de darle un mejor uso a todo lo que tienen a su alcance, restos de cosecha, abonos orgánicos, rotación de cultivos y un sin número de actividades en las cuales no van a invertir económicamente.

Para futuras investigaciones, se recomienda que estos estudios sean realizados con un tiempo más prolongado, para tener conocimientos más a fondo sobre el impacto que las prácticas de manejo agrícola tienen sobre la salud del suelo. De igual manera, un período más largo permite evaluar de manera más clara la restauración del suelo, la mejora en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que permite obtener conocimientos de los beneficios que generan las prácticas de conservación.

VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez , c. (2020). *Cómo medir la cantidad de agua en los suelo*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12024/INTA_CR_LaPampa-SanLuis_AERGeneralPico_Alvarez_C._C%C3%B3mo%20medir%20la%20cantidad%20de%20agua%20en%20los%20suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20humedad%20gravim%C3%A9tri
- Arceda, E., & Salmeron, G. (2014). *Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media, Río Cállico, San Dionisio, II Semestre 2013*. Recuperado el 20 de OCTUBRE de 2024, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6995/>
- Blanco , E., García , D., & Vega , J. (2018). “*Diagnóstico de las propiedades físicas y químicas del suelo en cinco fincas, ubicadas en el municipio de san francisco libre, departamento de managua, 2018.*”. Recuperado el 23 de octubre de 2025, de <https://ribuni.uni.edu.ni/4603/1/14359.pdf>
- Blanco, I. (2023). *¿Sabes qué es una tierra de buena calidad?* Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de https://www.deraizchile.cl/blogs/noticias/sabes-que-es-la-calidad-del-suelo?srsltid=AfmBOoofbZBenpLTy08vf-8l3KMkyBGymks_wcakebYQaYs_56RM9VMt
- Calvo, A. (2019). *Qué es y cómo medir el pH de la tierra*. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://blog.agroptima.com/es/blog/medir-ph-tierra/>
- Carrasco, J., & Aguirre , C. (2016). *Manejo de rastrojos en cultivo de maíz*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/5beb2f37-85fb-470f-8b4c-3680634b8f8e/content#:~:text=Se%20denomina%20rastrajo%20o%20biomasa,cultivos%2C%20incluidos%20restos%20de%20malezas>.
- Cartes, G. (2014). *Principios de la degradación de suelos agrícolas*. Recuperado el 04 de noviembre de 2024, de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>
- Casco , L., & Ortez , M. (2017). *Caracterización del suelo en parcelas agrícolas con manejo de cobertura de rastrojos como Prácticas de conservación, Condega 2016-2017*. Recuperado el 23 de octubre de 2015, de <http://repositorio.unflep.edu.ni/17/1/D0014%202017.pdf>
- Casco , L., & Ortez, M. (2017). *Caracterización del suelo en parcelas agrícolas con manejo de cobertura de rastrojos como Prácticas de conservación, Condega 2016-2017*.

- Recuperado el 19 de noviembre de 2025, de <http://repositorio.unflep.edu.ni/17/1/D0014%202017.pdf>
- Casco, J., & Guevara, O. (2016-2017). *Caracterización de suelo en ocho fincas ganaderas de Miraflores bajo sistemas silvopastoriles y manejo de pasturas, Esteli*. Recuperado el 20 de octubre de 2024, de <http://repositorio.unflep.edu.ni/38/1/D0041%202017.pdf>
- Chakir, M. (2021). *Soluciones para reducir la salinidad en suelos agrícolas*. Recuperado el 10 de noviembre de 2024, de <https://tarazonaagrosolutions.com/blog/guias-de-cultivos/soluciones-para-reducir-la-salinidad-en-suelos-agricolas/>
- Cherlinka, V. (2023). *Tipo De Suelo: Esencial En La Productividad Agrícola*. Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de <https://eos.com/es/blog/tipos-de-suelo/>
- CONABIO. (2020). *Monitoreo de la cobertura de suelo*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/cobertura-suelo>
- Cooper, W., & Martínez, J. (2022). *Implementación de obras de conservación de suelos y agua en fincas en las comunidades Las Lajitas y Santa Fe de la microcuenca del Río La Carreta, municipio de Cinco Pinos, Chinandega, 2019*. Recuperado el 18 de octubre de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/4547/1/tnp36c776.pdf>
- Coppens Zamora, D. L. (2017). *Caracterización de propiedades físicas del suelo en diferentes parcelas productivas dentro del municipio de León, durante el ciclo productivo 2017*. Recuperado el 09 de 10 de 2025, de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6844/1/240196.pdf>
- Cordero, R. (2015). *Evaluación de cultivos a pequeña escala, su adaptabilidad y respuesta a enmiendas orgánicas, en la microcuenca Orocuina / Somoto 2011*. Recuperado el 14 de noviembre de 2024, de <https://repositorio.una.edu.ni/3134/1/tnf30c794e.pdf>
- Docampo, R. (2018). *La importancia de la materia orgánica del suelo*. Recuperado el 03 de noviembre de 2024, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>
- Dorronso, C. (2017). *Degradación del suelo*. Recuperado el 22 de Marzo de 2023, de <http://www.edafologia.net/conta/tema10/degra.htm#anchor1196071>
- Dorronso, C. (2020). *Introducción a la Edafología*. Recuperado el 18 de marzo de 2023, de <http://www.edafologia.net/introeda/tema01/introd.htm>
- Eiza, M. (2020). *La degradación de los suelos y sus consecuencias*. Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de <https://www.infocampo.com.ar/la-degradacion-de-los-suelos-y-sus-consecuencias/>
- FAO. (2018). *Degradación del Suelo*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

- FAO. (2024). *La biodiversidad del suelo, Conservación del Suelo y Agricultura*. Recuperado el 22 de Nov de 2024, de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/conservacion-del-suelo-y-agricultura/es/>
- Fernandez Collado, C., Hernandez Sampieri, R., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6 ed)*. Recuperado el 14 de 11 de 2025, de https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Grand, A., & Michel, V. (2020). *Materia orgánica del suelo*. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://orgprints.org/id/eprint/43417/7/MATERIA%20ORGA%CC%81NICA%20EL%20SUELO.pdf>
- Gutiérrez, K., & Aráuz, A. (2016-2017). *Caracterización del suelo en parcelas de agricultura y ganadería*. Estelí. Recuperado el 11 de abril de 2023, de <http://repositorio.unflep.edu.ni/39/1/D0044%202017.pdf>
- Herrera Aguirre, A., & Rivas Blandon, C. (2016-2017). *Efecto de rastrojos sobre respiración del suelo en parcelas agrícolas con prácticas de conservación, comunidades Caña Florida y La Libertad 2016-2017*. Recuperado el 23 de 10 de 2025, de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.unflep.edu.ni/35/1/D0023%202017.pdf>
- Herrera, A. (2023). *¿Qué es la degradación del suelo, sus causas y consecuencias?* Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de <https://blog.cambiagro.com/2023/10/26/degradacion-del-suelo-causas-consecuencias/>
- INAFOR/INTA/FAO. (2024). *Evaluación visual del suelo (EVS)*. Recuperado el 27 de NOV de 2024, de <https://es.scribd.com/document/315016588/Evaluacion-Visual-Del-Suelo>
- Intagri. (2020). *Disponibilidad de Nutrientos y el pH del Suelo*. Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrientos-y-el-ph-del-suelo>
- Jeschke, M., & Lutt, N. (2018). *Compactación del suelo en la producción agrícola*. Recuperado el 10 de noviembre de 2024, de <https://www.corteva.es/agronomia-y-servicios/informacion-agronomica/compactacion-del-suelo-en-la-produccion>
- Kogut, P. (2024). *Degradación Del Suelo: Técnicas Para Evitar Sus Efectos*. Recuperado el 01 de noviembre de 2024, de <https://eos.com/es/blog/degradacion-del-suelo/#:~:text=Malas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%2C%20como%20el,de%20la%20salud%20del%20suelo.>

- López, P. (2020). *Composición de la materia orgánica del suelo*. Recuperado el 03 de noviembre de 2024, de <https://www.gaceta.unam.mx/indagan-la-composicion-de-la-materia-organica-del-suelo/>
- Mapcarta. (2024). Laguna de los hernandez. Recuperado el 23 de nov de 2024, de <https://mapcarta.com/es/N1336074099>
- Molina, E. (2016). *Análisis de suelos y su interpretación*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2024, de <https://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2015). *Manejo integrado de suelos para una agricultura*. Recuperado el 2024 de Nov de 2024, de <https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/bibliografia/Adaptacion%20al%20cambio%20climatico/cambio%20climatico%2027%20adap.PDF>
- Mycsa. (2021). *El pH y sus efectos en el suelo de nuestros cultivos*. Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de <https://mycsainc.com/newsletter/blog/2021/03/03/el-ph-y-sus-efectos-en-el-suelo-de-nuestros-cultivos/>
- Navarro, P., Rivera, F., & Ruiz, B. (2016). “*Análisis de la situación económica del sector agropecuario en el Municipio de Condega, II semestre 2015*”. Recuperado el 18 de 10 de 2025, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/1999/1/17349.pdf>
- Novo, M., Gutiérrez, M., Díaz, D., & Trigo, D. (2019). *Por qué la lombriz de tierra es uno de los animales más importantes del planeta*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50658932#:~:text=Mejoran%20la%20estructura%20de%20los%20suelos&text=Al%20fabricar%20sus%20galer%20C3%ADas%20mejoran,m%C3%A1s%20asimilables%20para%20las%20plantas>.
- Orozco, M., & Pérez, L. (2022). *Implementación de obras de conservación de suelos y agua en fincas en las comunidades Las Lajitas y Santa Fe de la microcuenca del Río La Carreta, municipio Fe de la microcuenca del Río La Carreta, municipio Fe de la microcuenca del Río La Carreta*. Recuperado el 19 de noviembre de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/4547/1/tnp36c776.pdf>
- Reynosa Correa, C., & Diaz Mena, F. (2016). *Estado de los suelos y capacidades de uso de la tierra en la finca El Cacao, La Fonseca-Kukra Hill*. Recuperado el 14 de 11 de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/3454/1/tnp33r466.pdf>
- Rivera Umanzor, F. (2018). *Prácticas agrícolas realizadas en la cadena de producción y comercialización del cultivo de repollo (Brassica Oleracea, L) su efecto en la calidad de inocuidad del producto final, Temua, Masaya y Tomatoya, Jinotega, Nicaragua 2016*. Recuperado el 14 de 11 de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/3888/1/tnf01r621p.pdf>

- Rubio, A. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornoques*. Recuperado el 23 de NOV de 2024, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf
- Ruíz, A. (2015). *Degradación del suelo*. Recuperado el 08 de noviembre de 2024, de https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.2_Degradacion/index.htm
- Silva, E., & Miras, J. (2023). *Densidad aparente*. Recuperado el 23 de NOV de 2024, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://citarea.citaraagon.es/bitstream/10532/6722/8/Densidad.pdf
- Sivula, M. (2024). *El cambio climático pone énfasis en el suelo como un recurso particularmente vulnerable*. Recuperado el 10 de noviembre de 2024, de https://secalflor.es/solucionar-la-erosion-del-suelo/
- Talavera, R., & Gonzales, J. (2020). *Evaluación de Pérdida de suelo mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la microcuenca Buena Vista*. Recuperado el 20 de octubre de 2024, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/15672/1/15672.pdf
- UNC. (2010). *INFOSTAT*. Recuperado el 22 de NOV de 2024, de https://www.infostat.com.ar/

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la comunidad y las parcelas



(Mapcarta, 2024)

Anexo 2. Encuesta a productores

Nº _____

Encuesta a productores con el fin de:

Conocer las prácticas de manejo agrícola que están implementando en sus parcelas.

I. Datos generales del productor:

- a. Nombre del productor(a): _____
- b. Estado civil: _____
- c. Nivel académico: _____
- d. Municipio: _____ Comunidad: _____ Sector: _____

II. Datos generales de la finca/propiedad

- a. Tenencia de la finca: Propia: _____ Alquilada: _____ A medias: _____
- b. Área total: _____

III. Agricultura:

3.1 Tipos de cultivos que siembra:

- 3.1.1. Maíz 3.1.2. Frijol 3.1.3. Hortalizas 3.1.4. Sorgo , 3.1.5. Otros ,
Especifique: _____

3.2. Rendimientos que obtiene por manzana:

3.2.1 Maíz: 3.2.1.1. 10 qq/mz 3.2.1.2. 20 qq/mz 3.2.1.3. 30 qq/mz 3.2.1.4. Otro ,

3.2.2 Frijol: 3.2.2.1. 10 qq/mz 3.2.2.2. 20 qq/mz 3.2.2.3. 30 qq/mz

3.2.3 3.2.3. Sorgo: 2.3.1. 10 qq/mz 2.3.2. 20 qq/mz 2.3.3. 30 qq/mz 2.3.4. Otro ,

3.2.4. Hortalizas Otros, Especifique: _____

3.2.5. ¿Qué realiza con los rastrojos de las cosechas?

3.2.5.1. Quema 3.2.5.2. Deja en el campo 3.2.5.3. Alimento para los animales 3.2.5.4. Otro , Especifique: _____

3.3 Tipos de fertilizantes que aplica al momento de la siembra

3.3.1. Abono orgánico _____

3.3.2. Abono químico _____

3.3.3. Ambos _____

3.3.4. No aplica _____

3.4. Métodos que utiliza para el control de plagas:

3.4.1 Plaguicidas químicos: _____

3.4.2 Control cultural: _____

IV. PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN Y DE MANEJO DEL SUELO

4.1. Usa los análisis de suelo para planificar la fertilización: Sí: _____ No: _____

4.2. Quema: Sí _____ No: _____

4.3. Prácticas y obras de manejo de conservación de suelos que aplica en su finca:

Sí No

Barreras vivas : _____

Barreras muertas : _____

Acequias : _____

Reforestación : _____

Manejo de rastrojos : _____ ha incorporados, _____ ha en la superficie

Sistemas Agroforestales: _____ ha

Siembra en curvas de nivel: _____ ha

4.4. Tipos de labranza utilizados

Siembra directa: _____ ha

Mínima _____ ha

Convencional con bueyes: _____ ha

Convencional con tractor: _____ ha

Utiliza cultivos de cobertura: Sí ___ No: ___ Cuáles cultivos: _____

4.5. Hace rotación/diversificación de cultivos: Sí __, No __ Cuales son los cultivos principales:

1) _____ 2) _____ 3) _____

Anexo 3. Formato evaluación visual del suelo

Evaluación Visual del Suelo			
Tarjeta de Calificación			
Indicadores de Calidad del Suelo			
Uso del Suelo:			
Comarca:	Municipio:		
Finca / Lote:	Fecha:		
Tipo de suelo			
Textura	Arenoso	Arcilloso	Franco
Humedad	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo
Clima	Invierno	Verano	Canícula
Indicadores Visuales	Calificación	Factor	Valor por indicador
	0 = condición pobre		
	1=condición moderada		
	2 = condición buena		
Estructura y Consistencia		x 3	
Porosidad		x 2	
Coloración		x 2	
Número y color de moteado		x 1	
Conteo de lombrices		x 2	
Compactación		x 1	
Cobertura		x 3	
Profundidad		x 3	
Promedio de Indicadores			
Interpretación de Calidad del Suelo		Puntos	
Suelo Pobre		<10	
Suelo Moderado		10 a 25	
Suelo Bueno		> 25	

(INAFOR/INTA/FAO, 2024)

Anexo 4. Instrumentos validados



DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

ANÁLISIS DE SUELO

Tesistas: Cynthia Cisney Talavera Gómez/ Heydi Mariela Torrez Peralta
 Área: Laboratorio Suelos y Agua Métodos: Incineración y Cilindro
 Tipo de muestra: Suelo Fecha de muestreo: 12/02/2025
 Fecha de ingreso: 16/09/2024, 18/02/2025 y 27/06/2025 Fecha de informe: 18/11/2025
 Lugar de muestreo: Comunidades Laguna de Los Hernández, Condega, Estell.
 Muestreado por: Las estudiantes tesistas.

No	Código de Muestra	Productor	Materia Orgánica (%)	Densidad aparente g/cm ³	pH	Humedad gravimétrica	Humedad Biomasa (%)
1	Alta rastrojo	1	3.00	1.50	6.00	10.70	11.10
2	Media rastrojo	1	6.00	1.70	6.80	12.50	17.80
3	Baja Rastrojo	1	6.00	1.80	6.90	10.40	13.60
4	Alta rastrojo	2	3.30	1.50	6.90	11.20	10.70
5	Media rastrojo	2	2.80	1.60	6.90	10.20	9.30
6	Baja rastrojo	2	3.00	1.70	6.90	12.30	8.20
7	Alta rastrojo	3	3.30	1.80	6.30	7.10	5.80
8	Media rastrojo	3	4.20	1.80	6.20	7.70	7.40
9	Baja rastrojo	3	4.00	1.70	6.30	6.70	4.50
10	Alta sin rastrojo	1	6.00	1.50	6.80	10.20	0.00
11	Media sin rastrojo	1	1.80	1.40	6.90	12.30	0.00
12	Baja sin rastrojo	1	3.80	1.60	6.30	4.70	0.00
13	Alta sin rastrojo	2	4.00	1.60	6.80	6.50	0.00
14	Media sin rastrojo	2	2.50	1.80	6.30	5.50	0.00
15	Baja sin rastrojo	2	1.60	1.60	6.20	11.70	0.00
16	Alta sin rastrojo	3	3.00	1.70	6.70	8.10	0.00
17	Media sin rastrojo	3	4.00	1.60	6.20	11.90	0.00
18	Baja sin rastrojo	3	1.80	1.80	6.80	10.40	0.00

Observaciones: Muestras completas de suelo tomadas en parcelas asociadas con cultivos de maíz y frijol a 20 cm de profundidad.

Elaborado por:
 Ing. Xiomara del Socorro Gutiérrez Altamirano
 Laboratorio de suelos UNFLEP

Revisado por:
 M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda
 Coordinador de Ing. Agropecuaria UNFLEP

Vo Bo:
 Ing. Byron Uriel rojas Valverde
 Jefe Dpto. Agrícola UNFLEP
 Cc: archivo 2025

Aprobado por:
 M.Sc. Roberto Armando Ramos Arriaga
 Director de Ciencias Agropecuarias UNFLEP

"Educación Integral con Calidad, Pertinencia y Humanismo"

Km 166 ½ Carretera Panamericana Norte | Estell, Nicaragua | Tel: 2719 7600 | www.unflep.edu.ni

8.2. Encuesta N° _____

Encuesta a productores con el fin de:

Conocer las prácticas de manejo agrícola que están implementando en sus parcelas.

I. Datos generales del productor:

a. Nombre del productor(a): _____

b. Estado civil: _____

c. Nivel académico: _____

d. Municipio: _____ Comunidad: _____ Sector: _____

II. Datos generales de la finca/propiedad:

a. Tenencia de la finca: Propia _____ Alquilada _____ A medias _____

b. Área total: _____

III. Agricultura:

3.1 Tipos de cultivos que siembra:

Maíz Frijol Hortalizas Sorgo

3.2 Rendimientos que obtiene por manzana:

Maíz: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Frijol: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Sorgo: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

3.2.5 Rastrojos:

Quema Deja en el campo Alimento animales Otro _____

3.3 Fertilizantes:

Abono orgánico _____ Abono químico _____
Ambos _____ No aplica _____

3.4 Control de plagas:

Plaguicidas químicos _____ Control cultural _____

IV. Prácticas de fertilización y manejo del suelo:

4.1 Usa análisis de suelo: Sí _____ No _____

4.2 Quema: Sí _____ No _____

4.3 Manejo y conservación:

Barreras vivas: Sí _____ No _____

Barreras muertas: Sí _____ No _____

Acequias: Sí _____ No _____

Reforestación: Sí _____ No _____

Manejo de rastrojos: _____ ha incorporados, _____ ha superficie

Sistemas agroforestales: _____

Siembra en curvas de nivel: _____

4.4 Tipos de labranza:

Siembra directa: _____

Mínima: _____

Convencional con bueyes: _____

Convencional con tractor: _____

Cultivos de cobertura: Sí _____ No _____ Cuáles: _____

4.5 Rotación:

Sí _____ No _____

Cultivos principales:

1) _____ 2) _____ 3) _____

8.2. Encuesta N° _____

Encuesta a productores con el fin de:

Conocer las prácticas de manejo agrícola que están implementando en sus parcelas.

I. Datos generales del productor:

a. Nombre del productor(a): _____

b. Estado civil: _____

c. Nivel académico: _____

d. Municipio: _____ Comunidad: _____
Sector: _____

II. Datos generales de la finca/propiedad:

a. Tenencia de la finca: Propia _____ Alquilada _____
A medias _____

b. Área total: _____

III. Agricultura:

3.1 Tipos de cultivos que siembra:

Maíz Frijol Hortalizas Sorgo

3.2 Rendimientos que obtiene por manzana:

Maíz: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Frijol: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Sorgo: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

3.2.5 Rastrojos:

Quema Deja en el campo Alimento animales Otro _____

3.3 Fertilizantes:

Abono orgánico _____ Abono químico _____
Ambos _____ No aplica _____

3.4 Control de plagas:

Plagucidas químicos _____ Control cultural _____

IV. Prácticas de fertilización y manejo del suelo:

4.1 Usa análisis de suelo: Sí _____ No _____

4.2 Quema: Sí _____ No _____

4.3 Manejo y conservación:

Barreras vivas: Sí _____ No _____

Barreras muertas: Sí _____ No _____

Acequias: Sí _____ No _____

Reforestación: Sí _____ No _____

Manejo de rastrojos: _____ ha incorporados, _____ ha superficie

Sistemas agroforestales: _____

Siembra en curvas de nivel: _____

4.4 Tipos de labranza:

Siembra directa: _____

Mínima: _____

Convencional con bueyes: _____

Convencional con tractor: _____

Cultivos de cobertura: Sí _____ No _____ Cuáles: _____

4.5 Rotación:

Sí _____ No _____

Cultivos principales:

1) _____ 2) _____ 3) _____

8.2. Encuesta N° _____

Encuesta a productores con el fin de:

Conocer las prácticas de manejo agrícola que están implementando en sus parcelas.

I. Datos generales del productor:

a. Nombre del productor(a): _____

b. Estado civil: _____

c. Nivel académico: _____

d. Municipio: _____ Comunidad: _____
Sector: _____

II. Datos generales de la finca/propiedad:

a. Tenencia de la finca: Propia _____ Alquilada _____
A medias _____

b. Área total: _____

III. Agricultura:

3.1 Tipos de cultivos que siembra:

Maíz Frijol Hortalizas Sorgo

3.2 Rendimientos que obtiene por manzana:

Maíz: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Frijol: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

Sorgo: 10 qq/mz 20 qq/mz 30 qq/mz
Otro: _____

3.2.5 Rastrojos:

Quema Deja en el campo Alimento animales Otro _____

3.3 Fertilizantes:

Abono orgánico _____ Abono químico _____
Ambos _____ No aplica _____

3.4 Control de plagas:

Plaguicidas químicos _____ Control cultural _____

IV. Prácticas de fertilización y manejo del suelo:

4.1 Usá análisis de suelo: Sí _____ No _____

4.2 Quema: Sí _____ No _____

4.3 Manejo y conservación:

Barreras vivas: Sí _____ No _____

Barreras muertas: Sí _____ No _____

Acequias: Sí _____ No _____

Reforestación: Sí _____ No _____

Manejo de rastrojos: _____ ha incorporados, _____ ha superficie

Sistemas agroforestales: _____

Siembra en curvas de nivel: _____

4.4 Tipos de labranza:

Siembra directa: _____

Mínima: _____

Convencional con bueyes: _____

Convencional con tractor: _____

Cultivos de cobertura: Sí _____ No _____ Cuáles: _____

4.5 Rotación:

Sí _____ No _____

Cultivos principales:

1) _____ 2) _____ 3) _____



Anexo 5. Prueba de normalidad según Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
MO	18	3,66	1,29	0,89	0,0740
Ph	18	6,57	0,33	0,78	<0,0001
Densidad aparente	18	1,65	0,12	0,87	0,0428
Biomasa	18	278,28	34,86	0,90	0,1570
Rendimiento	12	72,10	28,19	0,76	0,0022

Anexo 6. Preparación de parcelas



Desmalezado



Medición de 100 metros cuadrados

Anexo 7. Manejo de rastrojos



Incorporación



Recolección en un m²



Pesaje en un m²

Anexo 8. Levantamiento de muestras



Muestra de densidad aparente

Anexo 9. Muestras en laboratorio de la UNFLEP



Muestras de materia orgánica



Muestras de biomasa en el horno

Anexo 10. Encuesta a productores



Encuesta a productor de la comunidad

Laguna de los Hernández

Anexo 11. Evaluación visual de suelo



Estructura y consistencia



Porosidad



lombris de tierra

Anexo 12. Estimado de cosecha



Distancia entre surco



Pesaje de granos

Anexo 13. Evidencia de prácticas de conservación



Barreras muertas