

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC- Campus León



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de grado en Ingeniería Agronómica con Mención en Agroindustria

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN UN SISTEMA DE MONOCULTIVO EN MANÍ (*ARACHIS HYPOGAEA L.*) Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN FINCA EI DISPARATE, CHICHIGALPA, CHINANDEGA EN EL PERIODO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2025.”

ELABORADO POR

- Br. Fernanda Isabel Escalante Romero. Ing. agronómica V año

TUTOR TECNICO Y METODOLÓGICO: MSc. Constantino Enrique Portocarrero Berrios.

León, noviembre 2025

*Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Para La Gente Que Triunfa!*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE/LEÓN



COORDINACIÓN DE INGENIERIA AGRONOMICA
Culminación de Pensum

**Monografía para optar al título de grado en Ingeniería agronómica con
mención en agroindustria**

AVAL DEL TUTOR

MSc. Constantino Portocarrero, tiene a bien:

CERTIFICAR

Que: La Monografía con el título: “**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN UN SISTEMA DE MONOCULTIVO EN MANÍ (*ARACHIS HYPOGAEA L.*) Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN FINCA EI DISPARATE, CHICHIGALPA, CHINANDEGA EN EL PERIODO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2025.**”, elaborado por la estudiante: **Fernanda Isabel Escalante Romero**, ha sido dirigida por la suscrita.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Campus León a **15 de noviembre del 2025.**

MSc. Constantino Enrique Portocarrero Berrios.
Tutor

Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Para La Gente Que Triunfa!

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a Dios, por bendecir mis pasos, darme la fortaleza en los momentos difíciles y la perseverancia en este camino académico.

A mi madre Eva Romero y mamita María Elena Pereira por su confianza y amor, por ser el motor que me inspira a seguir adelante, por guiarme al caminar por la vida creando una mujer fuerte y de bien, fueron un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

A mi hermano Julio Arriaza quien ha sido mi compañía y con quien he compartido mis logros a lo largo de mi vida.

Este logro se lo dedico a cada uno de ustedes con profundo cariño y gratitud.

*Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Para La Gente Que Triunfa!*

AGRADECIMIENTO.

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a todas las personas que de manera directa o indirecta hicieron posible la realización de esta monografía.

Agradezco principalmente a Dios por darme la capacidad de aprendizaje, salud, paciencia y resiliencia para realizar este trabajo y culminar mis estudios.

A mi madre y mi mamita por darme los medios, el apoyo incondicional, la motivación, por su sacrificio y comprensión para recorrer este camino de aprendizaje. Su confianza y amor por mi fueron un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

A mi familia y mi novio por su compañía, paciencia y aliento durante este proceso y a los ingenieros que durante estos años de estudio me brindaron sus conocimiento y apoyo para mi aprendizaje.

A mi tutor de monografía MSc. Constantino Portocarrero, por su guía, paciencia y valioso conocimiento durante todo el proceso de investigación.

Finalmente, agradezco al Ing. José Alberto Torrez por facilitar los recursos y el entorno necesario para el desarrollo de este estudio.

*Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Para La Gente Que Triunfa!*

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1.- Antecedentes y contexto del problema	3
1.1.1.- Antecedentes internacionales	3
1.1.2.- Antecedentes nacionales	4
1.1.3.- Antecedentes locales	5
1.2.- Objetivos	7
1.2.1.- Objetivo general	7
1.2.2.- Objetivos específicos	7
1.3.- Descripción del Problema y Preguntas de Investigación	8
1.4.- justificación	10
1.5.- Limitaciones	11
1.6.- Hipótesis	12
1.7.-Variables	13
1.7.1.-Independientes	13
1.7.2.-Dependientes	13
2.1.-Estado del arte	14
2.2.-Perspectiva Teórica asumida	17
2.2.1-Marco conceptual	17
2.2.2.-Marco teórico	21
2.2.3.-Marco legal	28
2.2.4.-Marco contextual	31
2.2.5.-Marco Institucional	32
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	35

3.1.-Tipo de investigación	35
3.2.-Area de estudio.....	36
3.2.1-Macro localización y micro localización	36
3.2.2.-Características climáticas	36
3.2.3.-Suelo	36
3.3.-Unidades de análisis: Población y Muestra: tamaño de la muestra y muestreo	37
3.3.1.- Población.....	37
3.3.2.-Muestra.....	37
3.3.3.-Tipo de muestreo	38
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5.- Confiabilidad y validez de los instrumentos	39
3.6.- Procesamiento de datos y análisis de la información	41
3.7.- Operacionalización de las variables.....	51
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	52
4.1.-Diagnostico de la unidad de producción Finca El Disparate	52
4.2.-Análisis fisicoquímico del suelo.....	54
4.3.-Comparacion de las propiedades químicas 2016-2025.....	58
4.4.-Tabla comparativa propiedades físicas	65
4.4.-Lineamientos de mejora.....	66
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	67
5.1.-Futuras líneas de investigación.....	68
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
ANEXOS	73

Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Para La Gente Que Triunfa!

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Aportes al tema de investigación	14
Tabla 2 Búsquedas relacionadas al tema de investigación	16
Tabla 3 Marco legal	28
Tabla 4 Instrumentos utilizados en el muestreo.....	38
Tabla 5 Operacionalización de variables	51
Tabla 6 Ficha de costo Finca El Disparate	53
Tabla 7 comparación análisis químico 2016-2025.....	58
Tabla 8 Rangos de pH y su clasificación en Nicaragua.....	60
Tabla 9 Niveles críticos de nutrientes en los suelos de Nicaragua.....	64
Tabla 10 Tabla comparativa propiedades físicas	65
Tabla 11 Clasificación de la densidad aparente en los suelos.....	65

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Micro localización	36
Figura 2 Macro localización.....	36
Figura 3 Mapa de muestreo	37
Figura 4 Análisis químico	54
Figura 5 Estado actual propiedades químicas del suelo	55
Figura 6 Análisis físico.....	56
Figura 7 Estado actual propiedades físicas del suelo	56
Figura 8 Comparativa año 2016-2025.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades	73
Anexo 2 Presupuesto	74
Anexo 3 Guía de observación	75
Anexo 4 Área de puntos de muestreo	78
Anexo 5 Punto de muestreo	78
Anexo 6 Recolección de submuestra	79
Anexo 7 Muestra	80

RESUMEN

La investigación se centró en el análisis de cómo se encuentran actualmente las propiedades físicas y químicas del suelo en un sistema de monocultivo de maní en la Finca El Disparate. Con el objetivo de analizar el impacto del monocultivo sobre las propiedades del suelo y su incidencia en la productividad agrícola. Para ello, se aplicó un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional y diseño no experimental, donde se realizó un diagnóstico del estado actual de la unidad de producción y un análisis comparativo entre datos del año 2016 y los resultados de laboratorio obtenidos de un nuevo muestreo efectuado en 2025 donde se contemplaron variables físicas y químicas. El estudio se llevó a cabo en un periodo de Julio a noviembre del año 2025. Los resultados evidencian que el monocultivo ha generado variaciones negativas en parámetros como el fósforo, hierro y zinc, y ha causado leve deterioro en la materia orgánica, nitrógeno y calcio, el pH paso de ser ligeramente alcalino a ser un pH ligeramente ácido, así como una densidad aparente que representa una compactación media. Se confirma que el monocultivo continuo de maní sin una reposición adecuada de nutrientes altera significativamente las propiedades del suelo, comprometiendo la productividad, este estudio contribuye al conocimiento técnico sobre el estado actual de los suelos en la región y propone lineamientos de mejora como la incorporación de enmiendas y la rotación de cultivos con el fin de restablecer la calidad del suelo y garantizar la sostenibilidad del sistema productivo.

Palabras clave: Monocultivo, propiedades físicas, propiedades químicas, Degradación de suelo, productividad agrícola.

ABSTRACT.

The research focused on analyzing the current physical and chemical properties of the soil in a peanut monoculture system at El Disparate Farm. The objective was to assess the impact of monoculture on soil properties and its effect on agricultural productivity. A quantitative approach was applied, with a correlational scope and a non-experimental design. A diagnosis of the current state of the production unit was conducted, along with a comparative analysis between data from 2016 and laboratory results obtained from a new sampling carried out in 2025, which considered both physical and chemical variables. The study was conducted from July to November 2025.

The results show that monoculture has caused negative changes in parameters such as phosphorus, iron, and zinc, and has led to slight deterioration in organic matter, nitrogen, and calcium. The pH shifted from slightly alkaline to slightly acidic, and the bulk density indicates moderate compaction. It is confirmed that continuous peanut monoculture without proper nutrient replenishment significantly alters soil properties, compromising productivity. This study contributes to technical knowledge about the current state of soils in the region and proposes improvement guidelines such as the incorporation of amendments and crop rotation to restore soil quality and ensure the sustainability of the production system.

Keywords: Monoculture, physical properties, chemical properties, soil degradation, agricultural productivity.

INTRODUCCION

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases de este (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una, las propiedades químicas del suelo son fundamentales y se centran en el correcto equilibrio de los nutrientes disponibles.

Las propiedades básicas de un suelo resultan de una combinación de características físicas y químicas. Las propiedades químicas modifican las propiedades físicas, y la naturaleza química del suelo controla el suplemento y disponibilidad de los nutrientes para el crecimiento de las plantas. (Loteró & Rodríguez, 1968)

En investigaciones previas sobre el monocultivo autores como Torrez, Gonzales y Castellano (2024) han señalado que esta práctica acelera la degradación de las características fisicoquímicas del suelo este antecedente resulta relevante ya que permite comprender el contexto del presente estudio y fundamenta las necesidades de evaluar el estado actual de los suelos en la finca El Disparate.

El monocultivo de maní produce un gradual deterioro del suelo por pérdida de estructura. Esta práctica ha provocado el deterioro de los suelos, afectando la productividad agrícola. El uso intensivo sin rotación de cultivos y manejo adecuado contribuye al empobrecimiento del suelo. De ahí que sea indispensable mantener un buen balance de estas en el suelo y principalmente en un sistema de monocultivo ya que es más propenso a deteriorarlos. Por ello, esta investigación está enfocada al análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo y su impacto en la productividad del monocultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) con el propósito de identificar y comparar el estado actual de estas propiedades con registros históricos, a fin de determinar el nivel de degradación del suelo.

Durante años este modelo de producción ha prevalecido en el departamento de Chinandega debido a su rentabilidad, no obstante, el deterioro que se produce en el suelo ha sido evidente en las unidades de producción. Los hallazgos de este estudio llenan un vacío de información local y ofrecen un enfoque técnico sobre las consecuencias de los sistemas agrícolas actuales.

El tipo de estudio es cuantitativo ya que se centro en medir y analizar datos a través de un muestreo de suelo realizado en el área destinada al cultivo de maní.

La principal limitación para desarrollar esta investigación es el análisis previo que se tomó como referencia ya que no cuenta con profundidad en las propiedades y esto no permite el análisis comparativo de estas propiedades.

El presente trabajo esta estructurado de la siguiente manera:

La introducción constituye la sección inicial del documento, proporciona contexto, delimita el alcance y presenta una explicación general. El primer capítulo aborda el contexto del estudio, incluyendo antecedentes históricos y similares, se presenta la justificación, explicando razones por las que se hace el estudio, así como el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis. Así mismo el capítulo II plantea las teorías que abordan el tema de investigación y las conceptualizaciones relacionadas a este, incluye el marco contextual el cual da contexto de la situación en estudio. Del mismo modo en el capítulo III se aborda el tipo y enfoque de la investigación que determina la naturaleza del estudio y la forma de abordar el problema, el área de estudio que delimita el lugar o contexto donde se desarrolla, así como unidad de análisis, población y la muestra que definen quien y como se investiga, de igual manera incluye las técnicas, métodos y procesamientos para la recolección y plan de análisis de la información obtenida, como también presenta la operacionalización de variables, confiabilidad y validez de los instrumentos. También el capítulo IV da respuesta a los objetivos del trabajo, problemas o hipótesis planteados a partir de mediciones efectuadas y a los datos resultantes. Así mismo el capítulo V destaca las principales contribuciones al sujeto de estudio y se presentan los resultados mas importantes. Finalmente, el capítulo VI se ajusta a los resultados brindando recomendaciones que se dirigen a cada una de las partes implicadas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.- Antecedentes y contexto del problema

1.1.1.- Antecedentes internacionales

Se encontró un primer trabajo titulado “Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo” elaborado por David Acevedo, en la Universidad Autónoma Chapingo. El objetivo consistió en determinar el estado de la textura y los elementos físicos, se desarrolló bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial considerando como factores dos sistemas agroforestales, un monocultivo de café y un bosque de niebla en el municipio de Huatusco, Veracruz. Respecto al monocultivo, los suelos de cafetales y del bosque evidenciaron una disminución de la densidad aparente, acidez del suelo y punto de marchitamiento permanente. Las concentraciones de los distintos parámetros físicos fueron significativamente diferentes en los sistemas estudiados y demostró que hay una buena disponibilidad de nutrimentos. Los sistemas agroforestales ofrecieron condiciones edáficas similares a las del bosque y una mejor fertilidad, con respecto al monocultivo. (Acevedo, 2016)

Con el título “Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador”, elaborado por (Novillo Espinoza, y otros, 2018) en la Universidad Distrital de Bogotá, publicado en el año 2018. Tenía como objetivo conocer cambios en las propiedades físicas del suelo de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, Se empleó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones en los suelos de bosques nativos y monocultivos de maíz, cacao, pasto y palma aceitera en diferentes profundidades cada 0,10 m hasta los 0,6 m, Se evaluaron las propiedades físicas y los datos fueron analizados estadísticamente. Maíz, palma aceitera y pasto aumentaron significativamente la densidad aparente del suelo sin superar 1,390 kg m³ y sin afectar significativamente la porosidad total a 0,1-0,2 m de profundidad. Concluyendo que el cambio de bosque nativo a monocultivo modificó las características físicas del suelo, especialmente en la parte superficial. (Novillo Espinoza, y otros, 2018)

En el estudio realizado en Colombia en el año 2024 que lleva como título “Impacto de diferentes prácticas agrícolas sobre las características fisicoquímicas del suelo: un análisis crítico” se tenía como objetivo documentar los resultados científicos que influyen en las variaciones de las características físicas y químicas de los suelos. Para ello se realizó una investigación documental cuya metodología fue de tipo descriptiva mediante un análisis exhaustivo en revistas internacionales y nacionales, sobre estudios científicos y resultados sobre los factores que influyen en las variaciones de las características fisicoquímicas del suelo. De acuerdo con los resultados analizados, los monocultivos o uso continuo e intensivo del suelo, aceleran el deterioro de las propiedades de los suelos. Los monocultivos o la práctica continua e intensiva del suelo propician la aceleración de la degradación de las características fisicoquímicas del suelo. (Torres et al, 2024)

1.1.2.- Antecedentes nacionales

El estudio sobre “La evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media, Río Cállico, San Dionisio, elaborado por Enrique Arceda y Guillermo Salmerón, tiene como objetivo evaluar el impacto que tienen los sistemas productivos actuales sobre los suelos, se analizaron las propiedades físicas y químicas. A partir de los instrumentos y métodos utilizados se obtuvo en la variable física que la textura, profundidad de suelo y cultivos establecidos están siendo usados incorrectamente; los nutrientes Nitrógeno y Potasio, están en buena concentración, en cambio el Fósforo se encuentra deficitario en la mayoría de las parcelas. Las parcelas se encuentran en buenas condiciones en base a conservación de suelos, pero al mismo tiempo estos son suelos desgastados por el establecimiento continuo de sistema de producción monocultivista, evitando que el sistema sea sostenible en cuanto a rendimientos productivo. (Arceda & Salmerón , 2014)

En el estudio titulado “Efecto del agrosistema sobre el rendimiento de los cultivos y las propiedades químicas del suelo, en la comunidad Pacora, San Francisco Libre, Managua, Nicaragua, 2003”. Elaborado por Benavides y Centeno, con el objetivo de determinar el efecto de dos sistemas de manejo sobre el rendimiento de los cultivos y las propiedades químicas del suelo. El diseño utilizado fue en bloques completos al

azar (BCA) con dos tratamientos (sorgo como monocultivo y sorgo asociado con maíz) y tres repeticiones. Los resultados dicen que el rendimiento del grano y biomasa seca producida mostraron diferencias significativas siendo el sistema de manejo sorgo como monocultivo el que obtuvo los valores mayores con 4,520 y 12,361 kg ha respectivamente. Las propiedades químicas del suelo aumentaron su contenido con respecto al contenido inicial, contrario al pH que disminuyó levemente y el potasio que bajó bruscamente su contenido final con respecto al inicial en ambos sistemas. (Benavides & Centeno, 2014)

En el siguiente ensayo con el título “Uso y explotación de las tierras en Nicaragua” elaborado por Ariana Castro y Gretel Requene en el año 2015 en la UNAN Managua se tenía como objetivo dar a conocer el uso y explotación de la tierra en el sector agrícola nicaragüense. El método utilizado es de carácter descriptivo. Los datos provienen del IV Censo Agropecuario del INIDE, y se hará un acercamiento de variables utilizadas en los resultados de la encuesta. Los resultados obtenidos indican como ha sido la explotación y uso del suelo, la crianza de aves y ganado; explotaciones en la actividad agrícola, manzanas sembradas con cultivos permanentes y semipermanentes, siembra de granos básicos, etc. Se concluye que lo expuesto invita a pensar en la situación en que se encuentra la tierra en nuestro país y esto hace referencia a hacer conciencia de cómo deberíamos hacer uso de ella, tomando en cuenta su potencial y no explotándola indebidamente. (Castro & Requene, 2015)

1.1.3.- Antecedentes locales

El estudio “Caracterización del estado actual de los suelos del departamento de León, en base a sus características físicas y sistemas de producción. En el período abril 2009 a junio 2010.” Elaborado por Osmar Reyes en la UNAN León. Con el objetivo de determinar las condiciones físicas en los suelos. Se contó con un total de 346 muestras distribuidas en los diferentes municipios. Se evaluaron las características físicas y se determinó el coeficiente de permeabilidad. Para el análisis estadístico se utilizaron los programas Excel y SPSS; como resultados: En Manejo actual y dedicación económica de los suelos, el municipio que obtuvo mayor promedio de años

de uso de la tierra es Malpaisillo con 29 años. Los suelos de León han sido utilizados por más de 15 años en la actividad agrícola, el productor debe desarrollar medidas correctivas en el momento en que se presenten cambios, evitando así una degradación del suelo. (Reyes, 2010)

En un estudio hecho por Grace Pacheco en Zamorano en el año 2021 con el título “Efecto de la cosecha mecanizada y manual en los suelos bajo el cultivo de caña de azúcar en el occidente de Nicaragua” con el objetivo de analizar el efecto de los dos tipos de cosecha de caña de azúcar, sobre la calidad del suelo mediante el uso indicadores físicos y químicos. Se evaluaron los 2 tipos de cosecha en suelos con 15 años bajo este sistema, ambos se compararon con un suelo sin intervención y con un suelo destinado a la producción de maní. El diseño experimental fue en parcelas divididas y análisis estadístico con separación de medias. En los suelos con cosecha mecanizada fue mayor la materia orgánica a profundidades de 60 cm. Los suelos con cosecha manual presentaron los niveles más altos de resistencia a la penetración. La cosecha mecanizada de caña se acerca más a las características del suelo sin intervención. La mayor degradación del suelo ocurre bajo la producción de maní. (Pacheco, 2021)

El estudio titulado “Evaluación de prácticas de manejo y cosecha en maní (*Arachis hypogaea* L), aplicando la NTON 11 039 – 13 Norma de inocuidad del maní, en el occidente de Nicaragua. Enero a diciembre 2014” elaborado por Jose Mercado en la UNA. Tenía como objetivo evaluar prácticas de manejo y cosecha aplicando la Norma técnica obligatoria de inocuidad (NTON 11 039 – 13). Se realizó en siete fincas productoras de maní ubicadas el occidente de Nicaragua en la cosecha se levantaron muestras. se determinó un historial de producción continua de más de cinco ciclos de monocultivo, creando condiciones propicias para la incidencia de enfermedades fungosas y la formación de aflatoxina, la rotación de cultivo con gramíneas, la incorporación de rastrojos, el drenaje, controles fitosanitarios de manera adecuada son elementos determinantes en la cadena de producción, para asegurar la calidad de maní y disminuir los riesgos de contaminación por aflatoxinas. (Mercado, 2019)

1.2.- Objetivos

1.2.1.- Objetivo general

Analizar el impacto del monocultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*) sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y su efecto en la productividad de la unidad de producción Finca El Disparate, en Chinandega, durante el periodo de julio a noviembre 2025.

1.2.2.- Objetivos específicos

1. Elaborar un diagnostico de las condiciones productivas de la empresa agrícola.
2. Identificar las principales propiedades físicas (su estructura, textura y densidad aparente) y químicas (tales como pH, contenido de materia orgánica, niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, etc.) mediante análisis de suelo en la unidad de producción Finca El Disparate durante el periodo de estudio.
3. Evaluar los efectos del sistema de monocultivo de maní sobre el estado fisicoquímico del suelo, comparando datos actuales con registros históricos y parámetros agronómicos establecidos.
4. Proponer lineamientos de mejora que contribuyan a la conservación de las propiedades físicas y químicas del suelo garantizando un buen estado para favorecer el incremento de la productividad necesaria en la Finca El Disparate.

1.3.- Descripción del Problema y Preguntas de Investigación

En el occidente de Nicaragua, el monocultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*) ha sido una práctica común durante aproximadamente 25 años, en el sector de Chichigalpa, Chinandega, se encuentra la Finca El Disparate la cual está dedicada a la agricultura, principalmente al cultivo de Maní (*Arachis hypogaea L.*), este cultivo es una de las principales oleaginosas que aporta a la economía del País por su demanda en el mercado internacional, generando 107.1 millones de dólares en el cierre 2022 (MAG, 2022). Es un rubro que ha mostrado cambios significativos en los últimos 15 años, pasando de producir 2.4 millones de quintales en el 2007, a producir 4.3 millones de quintales en el ciclo productivo 2024/2025. (MAG, 2024).

El monocultivo de maní produce un gradual deterioro del suelo por pérdida de estructura y aparecen antes y con mayor intensidad las enfermedades foliares y del suelo (Mercado, 2019). Esta práctica ha provocado el deterioro de las propiedades del suelo, afectando la productividad agrícola. El uso intensivo del suelo sin rotación de cultivos y manejo adecuado ha contribuido al empobrecimiento del suelo.

Según Kogut (2025), el monocultivo altera el equilibrio natural de los suelos. Demasiadas unidades de la misma planta en una misma zona del campo agotarán aquellos nutrientes que necesite, lo que hace que disminuyan la variedad de bacterias y microorganismos necesarios para mantener la fertilidad del suelo, de ahí que podamos hablar de deterioro del suelo por monocultivo.

El cultivo continuo de maní en la misma tierra puede favorecer la proliferación en el suelo de grandes poblaciones de *Aspergillus flavus* o *Aspergillus parasiticus*, lo que aumentará la probabilidad de infección y contaminación por aflatoxinas. (Mercado, 2019).

Todos estos factores influyen de manera negativa en la productividad del cultivo y puede llevar a rendimientos decrecientes, pérdida de fertilidad y necesidad de mayor inversión en insumos.

Pregunta de investigación

¿Cómo el cambio de las propiedades físicas y químicas del suelo afecta la productividad, resultado de monocultivo de maní (*Arachis hypogaea L*), en la Finca El Disparate, Chichigalpa, Chinandega?

1.4.- justificación

El análisis de las propiedades del suelo en sistemas de monocultivo es fundamental para reconocer las necesidades de los suelos y el deterioro de este, durante más de dos décadas en el departamento de Chinandega ha prevalecido un modelo de producción agrícola basado en monocultivos como, el cultivo de maní. Esta práctica ha sido mantenida debido a su rentabilidad comercial y a la demanda del mercado nacional e internacional. Pese a eso, el uso intensivo de los suelos sin una rotación adecuada ni prácticas de conservación ha generado un progresivo deterioro de estos. La pérdida de fertilidad, la reducción de materia orgánica, la compactación de los suelos, la adaptación progresiva de las plagas son algunos de los efectos observados en las unidades de producción.

Este deterioro ha comenzado a poner en riesgo la estructura y funcionalidad de los suelos en el occidente del país. Por lo tanto, este estudio no solo es conveniente, sino necesario para generar información técnica que sustente decisiones agronómicas más viables, permitirá generar información útil para los productores agrícolas, sirviendo como punto de partida para fortalecer la sostenibilidad del sistema agrícola aumentando la productividad de los cultivos.

A pesar de la importancia del tema, existen pocos estudios públicos en la zona que aborden el impacto del monocultivo sobre las propiedades del suelo, la mayoría de los estudios realizados se enfocan en aspectos económicos o productivos, dejando de lado el análisis detallado del deterioro del suelo como recurso natural fundamental para la producción agrícola. El presente estudio llena un vacío de información local y ofrece un enfoque técnico que permitirá comprender mejor las consecuencias de los sistemas agrícolas actuales.

Los principales grupos de interés de este estudio son el propietario de la unidad de producción Finca El Disparate, el investigador, el cual se beneficiará al fortalecer sus competencias investigativas, profesionales y técnicas. Finalmente, la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) la cual servirá como fuente de referencia para futuros estudios académicos del área agronómica.

1.5.- Limitaciones

- Falta de estudios previos en la zona para evaluar el deterioro a lo largo de las décadas.
- Dado a que los estudios realizados son en una región determinada, no se puede generalizar a otra zona.
- De acuerdo con el análisis de suelo histórico que se utilizará como referencia en esta investigación, este no presenta la suficiente profundidad en las propiedades, por lo que no todas fueron analizadas.

1.6.- Hipótesis

El manejo continuo del monocultivo de maní en la Finca El Disparate modifica negativamente las propiedades Físicas (como densidad aparente) y químicas (como nutrientes disponibles, pH y Materia orgánica) del suelo, lo que se traduce a una disminución de la productividad agrícola.

1.7.-Variables

1.7.1.-Independientes

Sistema de producción agrícola

Monocultivo

1.7.2.-Dependientes

Propiedades físicas del suelo

Propiedades químicas del suelo

Productividad agrícola

CAPITULO II: PERSPECTIVA TEORICA

2.1.-Estado del arte

Tabla 1 Aportes al tema de investigación

Autor y año	Teorías y aportes al tema de investigación
Ribón Carrillo, Martha A, Salgado García, Sergio, Palma-López, David J, & Lagunes-Espinoza, Luz. (2003).	En unas tierras dedicadas al monocultivo de caña por más de 30 años, la mecanización del cultivo y la baja dosis de fertilización NPK aplicada en el suelo Vertisol afectan las propiedades físicas y la productividad de los suelos. Este suelo mantuvo, de manera relativamente constante, los niveles de pH, K y CIC, por lo que éstos se consideran los únicos factores que conservan la fertilidad del suelo. Los valores de MO y NT disminuyeron, implicando la pérdida de fertilidad del suelo. La textura (arcillosa) y la Da no se modificaron por el monocultivo de caña.
Cardona C., D.A. Sadeghian K., S. (2006)	Estudiando las propiedades físicas y químicas de suelos, en ocho localidades de la zona cafetera, encontraron que el contenido de MOS fue superior en suelos de cafetales que contaban con la presencia de árboles de sombrero, en relación con el manejo de monocultivo de café; en este caso el establecimiento de los árboles mejoró las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
Morla, F. D., Giayetto, O., Girardi, D. M., Fernandez, E. M., Cerioni, G. A., Kearney, M. I. T., ... & Rosso, M. B. (2015).	El maní (<i>Arachis hypogaea</i> L.), se ha convertido en un cultivo extendido en áreas con suelos sueltos, de alto contenido de arena y limo. La falta de buenas prácticas agrícolas en un proceso de intensificación de la agricultura trae aparejadas consecuencias negativas como la disminución del contenido de

	materia orgánica, mayor susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, y aumento de la incidencia de enfermedades.
Rodríguez Delgado, Irán, Pérez Iglesias, Hipólito Israel, García Batista, Rigoberto Miguel, & Quezada Mosquera, Arturo Joel. (2020).	La intervención del hombre en la producción de alimentos ha generado modificaciones en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Los cultivos intensivos degradan al suelo debido a la disminución de la cobertura vegetal y la materia orgánica, estabilidad de los agregados; además de ser precursores de compactación y erosión que reducen los niveles de productividad.
Integración y Desarrollo CESUR SC, (2020).	Los monocultivos hacen que los suelos y la biodiversidad se pierdan. Debido a que capturan mucho menos carbono que los bosques y los sistemas de producción con cultivos diversificados, los monocultivos favorecen el calentamiento global, reducen la materia orgánica y consecuentemente disminuyen la rentabilidad de las parcelas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Búsquedas relacionadas al tema de investigación

Base de datos científicas utilizadas	No. publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo con la base de datos	De No. publicaciones con mayor reconocimiento científico	De Tipos de publicaciones identificadas
Google Académico	Aproximadamente 17,300 resultados	3 publicaciones citados entre 22-106 veces	Tesis Revistas
Dialnet	21 documentos encontrados	4 publicaciones citadas entre 6-2 veces	Artículo de revista Tesis

Fuente: Elaboración propia

2.2.-Perspectiva Teórica asumida

2.2.1-Marco conceptual

Monocultivo:

El monocultivo es una forma de agricultura que se basa en la siembra de un solo tipo de cultivo en un campo. Cuando se habla de monocultivo, es importante señalar que, aunque cada año se plantea un cultivo diferente en una parcela determinada, el concepto de un único cultivo en el campo a la vez se sigue denominando “monocultivo”. (Kogut, 2021)

El monocultivo es un sistema agrícola que consiste en cultivar únicamente una especie vegetal en un mismo terreno. Aunque en algunos casos se cambie el tipo de cultivo cada año en una parcela, mientras solo se cultive una especie a la vez, esta práctica continúa considerándose monocultivo.

Monocultivo es la práctica de sembrar un solo cultivo en un área específica durante un ciclo productivo, ya sea durante un solo ciclo, pero siempre y cuando se siembre un mismo tipo de cultivo se nombra así.

Suelo:

cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas. (FAO, SF)

El suelo es un cuerpo natural formado por distintas capas u horizontes, compuestos por minerales descompuestos, materia orgánica, aire y agua. Es el resultado de un proceso prolongado en el tiempo, influido por factores como el clima, la topografía, los organismos (incluyendo plantas, animales y seres humanos) y los materiales parentales como rocas y minerales originales. Debido a estos procesos el suelo adquiere características diferentes a las de su material de origen, como variaciones

en la textura, estructura color consistencia y en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

El suelo es una formación natural dividida en horizontes (capas que lo conforman). Esta se da por la descomposición de rocas y minerales, es el resultado de este proceso y de una larga interacción entre diversos factores como el clima, la forma del terreno y los organismos. A lo largo del tiempo esta combinación de elementos cambia el suelo haciéndolo diferente en sus propiedades.

Propiedades físicas:

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases de este (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, entre otros factores. (INTAGRI, 2017).

Las propiedades físicas del suelo surgen como la interacción entre sus diferentes fases: sólida, líquida y gaseosa, así como la proporción en que estas se presentan. Estas características físicas son claves para definir la capacidad del suelo para soportar estructuras, permitir el crecimiento y penetración de raíces, facilitar la circulación del aire, almacenar y drenar agua, así como para retener nutrientes, entre otros aspectos fundamentales para el desarrollo del cultivo.

Estas propiedades dependen de como interactúan el suelo, el agua y el aire, y qué cantidad hay de cada una de estas. son las que se encargan de determinar las capacidades físicas claves de un suelo para lograr el desarrollo óptimo de las plantas.

Propiedades químicas:

Las propiedades químicas de los suelos incluyen los siguientes aspectos: materia inorgánica, materia orgánica, propiedades coloidales de las partículas, reacciones y acción amortiguadora en suelos ácidos y básicos. El aspecto químico del suelo es

fundamental y se centra en el correcto equilibrio de los nutrientes disponibles. (Wildenborg, 2025)

Las propiedades químicas del suelo abarcan elementos como la materia orgánica e inorgánica, el comportamiento coloidal de sus partículas, las reacciones químicas que ocurren en él, así como su capacidad para neutralizar suelos ácidos o básicos. Estos aspectos son esenciales, ya que permiten mantener un equilibrio adecuado de nutrientes disponibles.

Las propiedades químicas están compuestas por la presencia de materiales orgánicos e inorgánicos, el comportamiento de las partículas más pequeñas, las distintas reacciones químicas que ocurren en su interior y su capacidad para regular la acidez o alcalinidad.

Rotación de cultivo:

Como su propio nombre indica, el concepto de rotación de cultivos hace referencia a la idea de cultivar más de un tipo de cultivo de forma rotativa en un mismo campo a lo largo del año. Los motivos para implementar un sistema de rotación de cultivos son diversos, bien para aprovechar los momentos en los que el cultivo principal no puede ser cultivado o como reposición de las capacidades del suelo (por ejemplo, las leguminosas suelen plantarse para reponer los niveles de nitrógeno del suelo). (Cherlinka, 2022)

El concepto de rotación de cultivos se refiere a la práctica de sembrar diferentes tipos de cultivos de un mismo terreno de manera alternada durante el año. Esta estrategia se utiliza por varias razones, como aprovechar los periodos en los que el cultivo principal no es viable o para restaurar la fertilidad del suelo. Por ejemplo, se suelen cultivar leguminosas con el fin de enriquecer el suelo con nitrógeno.

La rotación de cultivo se refiere al uso de una misma área de tierra para varios tipos de cultivo durante el mismo año, esto con el fin de un mejor aprovechamiento del recurso suelo o para reducir el deterioro de este.

Degradación de suelo:

La degradación del suelo se refiere a la pérdida de las cualidades físicas, químicas, biológicas y ecológicas de la tierra, por perturbaciones naturales o a causa del hombre. Algunos ejemplos del proceso de degradación del suelo son el agotamiento de los nutrientes y la materia orgánica, la erosión del suelo, la acidificación, la desertificación y la contaminación. (Kogut, 2021)

La degradación del suelo es el deterioro de sus características físicas, químicas, biológicas y ecológicas, ya sea por fenómenos naturales o por actividad humana. Este proceso puede manifestarse de diversas formas, como la pérdida de nutrientes y materia orgánica, la erosión, el aumento de la acidez, la desertificación o la contaminación del terreno.

Degradación de suelo es un proceso donde la tierra pierde sus propiedades ya sea por causas naturales o por la intervención del hombre y es evidente cuando el suelo disminuye su fertilidad o va perdiendo su capacidad productiva.

Análisis de suelo:

Un análisis de suelo es el análisis de las tierras de cultivo para determinar múltiples parámetros, como el contenido químico, la toxicidad, el nivel de pH, la salinidad, la biota terrestre, etc. Estos análisis también proporcionan información sobre la contaminación química, el contenido húmico u orgánico, la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico y otras propiedades físicas y químicas. (Cherlinka, 2022)

Es un estudio que se realiza sobre las tierras destinadas al cultivo con el fin de evaluar diversos parámetros, entre ellos la composición química, la posible presencia de sustancias tóxicas, el pH, la salinidad y la actividad biológica del suelo. Además, este tipo de análisis ofrece datos importantes sobre la contaminación química, el contenido de materia orgánica o húmica y otras características tanto físicas como químicas del suelo.

El análisis de suelo es el estudio que se le realiza al suelo para evaluar su condición tanto física como química y biológica. Estos son los encargados de dar la cantidad exacta de cada propiedad del suelo que se requiera saber en dicho análisis.

Productividad:

Se puede definir la productividad como la forma de utilizar los factores de producción en la creación de bienes y servicios para ofertar en un mercado, tiene el objetivo de optimizar los recursos utilizados, como recursos humanos, materiales, capital y financieros en el proceso de producción. Es parte de los objetivos organizacionales para alcanzar la competitividad en el mercado. (Ramírez Méndez, Magaña Medina , Ojeda Lopez, & et al, 2022)

Se entiende como productividad la manera en que se emplean los distintos factores de producción para generar bienes y servicios destinados al mercado. Su propósito es lograr un uso eficiente de los recursos disponibles dentro del proceso productivo. Representa un componente clava dentro de los objetivos organizacionales, ya que contribuye a mejorar la competitividad en el entorno comercial.

La productividad es la eficiencia con la que se utilizan los recursos disponibles, esto conlleva aprovechar de forma óptima la mano de obra, los insumos y los recursos del proceso productivo.

2.2.2.-Marco teórico

Origen del maní (*Arachis hypogaea* L.)

La primera referencia al maní en la literatura es de comienzo del siglo XVI, poco tiempo después del descubrimiento de América. En el Viejo Mundo no se registran antecedentes, a juzgar por la falta de mención en escritos griegos, latinos y árabes. La primera mención publicada del maní pertenece a Gonzalo Hernández de Oviedo y Valdés (1478-1557), en su “Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano”, aparecida por primera vez en Sevilla en 1535. Esta obra es el producto principal de la experiencia adquirida por el autor durante sus viajes y trabajos en Tierra Firme (norte de Colombia y Venezuela), Panamá, Nicaragua y Las

Antillas. Oviedo y Valdés mencionan expresamente el maní en el Libro 7 titulado “De la agricultura”, donde brinda una descripción que no resulta del todo clara como para poder reconocer la planta; señala, sin embargo, su utilización y consumo por parte de las poblaciones aborígenes, quienes la tienen por sana y siendo ordinaria en sus huertas, aunque dice es de sabor mediocre y no de substancia. Pero es muy factible que cuando Oviedo y Valdés trata acerca de los lirenes, realice una buena descripción de *Arachis hypogaea*, en el mismo Libro 7. La evidencia surge cuando al hablar de los lirenes, Oviedo y Valdés describe la planta señalando que las ramas se extienden como las de los ajos (*Dioscorea trifida* L. f.) y batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), de las cuales penden los frutos que echan bajo tierra. Casi no quedan dudas de la suposición, considerando las características únicas de la fructificación de *Arachis hypogaea*; más aún, por la descripción se puede reconocer un maní rastrero.

En cuanto a su lugar de origen, la suposición acerca de que fuese originario de África o Asia, ya ha sido descartada sobre la base de una serie de pruebas. Una de ellas está relacionada con datos arqueológicos pertenecientes a un descubrimiento realizado en 1875 en tumbas precolombinas ubicadas en Ancón, Pachamac, y otros sitios de la costa del Pacífico cercanos a Lima (Perú). Allí se encontraron frutos semejantes a los del maní cultivado actualmente. Mediante carbón radiactivo se pudo datar el hallazgo, y su antigüedad sería de 1200 a 1500 años antes de Cristo, aproximadamente.

Bartolomé de Las Casas (1474-1566), contemporáneo de Oviedo y Valdés, también menciona el maní, pero su obra fue publicada recién en 1909. Allí compara el fruto de maní con el de las habas, arvejas y garbanzos y los granos con avellanas sin cáscara. En esta obra se reconoce el maní como *Arachis hypogaea* y, en ese sentido, es que su nombre se difundió por la América hispana, reemplazando a otros nombres vernáculos.

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia -donde se encuentra un centro de variación muy importante- o al NO de Argentina donde crece espontáneamente *Arachis monticola*, especie silvestre anual con la que se han

obtenido hibridaciones fértiles. Más precisamente, en el SE de Bolivia y NO de Argentina se ubica el área de las especies diploides involucradas en el origen del maní cultivado. Los caracteres de esas especies silvestres que se pueden encontrar en *A. hypogaea* son: porte rastrero, frutos pequeños con constricción marcada y con reticulación manifiesta, pero reducida, con dos granos y semillas con latencia. Este conjunto de caracteres, que se pueden considerar primitivos, se encuentra solamente en la sub sp. *hypogaea*. (Fernandez & Giayetto, 2017)

Taxonomía

Según el Departamento de agricultura de los Estados Unidos USDA (2025) la clasificación taxonómica del cultivo de maní

- Nombre científico: *Arachis hypogaea* L.
- Género: *Arachis*
- Sección: *Arachis*
- Familia: *Fabaceae* (alt. Leguminosae)
- Subfamilia: *Faboideae*
- Tribu: *Dalbergieae*

Descripción morfológica del maní

- Planta

Se trata de una planta herbácea, que tiene dos sistemas radiculares, uno bastante profundo y el otro con numerosas raíces superficiales; el primero le da resistencia a la planta durante la sequía.

- Sistema radicular

Es el típico de las leguminosas, una raíz principal pivotante y raíces laterales. La profundidad que alcanza depende de las características de suelo, clima y cultivar. Pueden formarse raíces adventicias desde el tallo, desde las ramas que tocan el suelo y desde el pedúnculo de la flor (ginóforo). La simbiosis con las bacterias fijadoras de nitrógeno se produce igual que en las otras leguminosas.

- Tallo

Son de sección angulosa en su juventud y se tornan cilíndricas al envejecer; la médula central desaparece con el tiempo y los tallos a cierta edad son huecos. Es erecto o rastrero, tiene forma cilíndrica y llega a alcanzar 80 cm de altura. Generalmente es de color verde o, con menor frecuencia, de un tono púrpura, y presenta pelos en su superficie.

- Hojas

Son pinnadas con dos pares de folíolos sustentados por un pecíolo de 4-9 cm de longitud; los folíolos son sub-sentados y opuestos de forma más o menos elíptica. Los folíolos están rodeados en la base por dos estípulas anchas, largas y lanceoladas. Las variaciones de la organización foliar dan cinco, tres o dos folíolos e incluso de uno solo.

- Inflorescencia

Las inflorescencias del cacahuate se presentan como unas espigas de tres a cinco flores.

- Flores

Nacen en las ramillas vegetativas, en la axila de una flor completa o rudimentaria, y ostentan en cada uno de sus nudos una hoja rudimentaria (catafila) en cuya axila se desarrolla una rama floral muy corta que a su vez lleva una hoja rudimentaria o a menudo bífida. En la axila de esta última se encuentra la yema floral. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas inferiores o intermedias, pero nunca en la parte terminal de la planta. Las flores son amarillas y hermafroditas y su tasa de autofecundación se sitúa alrededor del 97%. Tras la fecundación, el ginóforo se desarrolla hacia el suelo, empujando al ovario fecundado, que acabará enterrándose.

- Fruto

Después de la fecundación, la base del ovario se alarga para permitir la aparición del ginóforo que es en sí una parte del propio fruto y en cuyo extremo se desarrolla la vaina después de su penetración en el suelo. Las legumbres se desarrollan bajo tierra, cada una de ellas puede contener hasta cinco semillas, aunque generalmente solo se desarrollan dos o tres. El color de la cubierta de la semilla puede ser blanco. Los tipos españoles tienen generalmente vainas pequeñas con dos semillas; los tipos Virginia tienen vainas más grandes también con dos semillas. La cubierta seminal se elimina durante el procesado. (Gutiérrez, 2016)

Condiciones climáticas

- Temperatura

El desarrollo óptimo se obtiene en temperaturas óptimas de 25 a 34° C. El maní prospera en climas cálidos, es susceptible a las heladas. En general se cultiva en la franja comprendida entre los 40° de latitud norte y sur.

- Humedad

El maní tiene muy bajos requisitos de agua en la primera parte de la temporada de cultivo, pero requiere un total de 500 y 700 mm de agua en una temporada de cultivo promedio. (Jimenez, SF)

- Altitud

El maní se puede sembrar de 0 a 900 msnm.

- Precipitaciones

Las lluvias a intervalos frecuentes, los benefician en ciclo vegetativo, pero pueden dañarlo si se presentan en el momento de la formación y maduración de la vaina, una precipitación de 300-500 mm son suficientes para lograr una buena cosecha.

- Tipo de suelo

Principalmente suelos sueltos Franco-Arenoso, sin residuos vegetales, topografía plana bien drenados. Este cultivo se perjudica en encharcamientos.

Debe procurarse este tipo de suelo sin cascajos y piedras. La profundidad deseable para el buen desarrollo de las raíces y los frutos es de 20 a 50 cm. De suelo y de 50 a 90 cm de subsuelo bien drenado.

- pH

5.8 Y 6.5 son las más favorables, el pH por debajo de 5.8 es perjudicial para el establecimiento de las bacterias nitrificantes.

- Intensidad lumínica

Existe buena luminosidad ya que necesita de ésta para alcanzar su desarrollo normal y propiciar un buen contenido de aceite en las semillas. Por ello debe evitarse en su cultivo la presencia de otras plantas que produzcan sombra. (Gomez, Moreno, Paredes, Hernandez , & et al, 2016)

Los mejores suelos para el cultivo del maní son permeables, sueltos, profundos, sin agua freática en un metro de profundidad. Las tierras que producen los mejores rendimientos y la máxima riqueza en materia grasa contienen las proporciones siguientes de elementos físicos: arcilla 5-7% (menos de 10%); limo 5-7% (menos de 15%); arena silícea 75-85%; materia orgánica 2-3%.

Los suelos que contienen una mayor proporción de arcilla o de limo pueden producir rendimientos altos, pero una gran proporción tendrán semillas pregerminadas o atacadas por hongos. La abundancia de materia orgánica (más de 3% produce un gran número de legumbres vacías.

El pH puede variar entre 6.2 y 7.5. Los suelos con pH ácido producen legumbres vacías. La cantidad máxima aceptable de cloruros es de 0.50% y la cantidad máxima de carbono aceptable es 2%. El CO₃ Ca puede llegar de 2% hasta 20%.

Las tierras ferralíticas con exceso de hierro producen legumbres y semillas de un color gris oscuro.

Los elementos químicos más indispensables son, en orden de importancia, K-Ca-P-N. (DELNO, SF)

Requerimientos nutricionales del Maní

Calcio (Ca) este nutriente, requerido en elevadas cantidades por el maní, es determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de semilla, Si bien, las consecuencias de la deficiencia de calcio ocurren principalmente en los estadios reproductivos del cultivo algunos indicadores de insuficiencia para producir semillas de calidad, se evidencian en etapa vegetativa del ciclo.

La deficiencia de calcio en el suelo aumenta la susceptibilidad en enfermedades como *Pythium*, *Sclerotium rolfsii*, por lo que el incremento de la disponibilidad que aumenta el calcio en los tejidos disminuye el crecimiento de patógenos como *Aspergillus spp* reduciendo la contaminación con aflatoxinas.

Nitrógeno (N) son numerosos los factores del cultivo y del suelo que condicionan la disponibilidad de nitrógeno, como el cultivar, la presencia de inóculo, el tipo de suelo tipo y oportunidad de labranzas, cantidad y naturaleza de los residuos. Los mismos autores dicen que son necesarios 190 kg ha⁻¹ de nitrógeno para producir 3.000 kg ha⁻¹ de frutos de maní.

Un aspecto que debe considerarse es la importancia de un adecuado desarrollo del sistema radicular. El manejo de la condición física del suelo, de la disponibilidad hídrica y de la interacción entre ambos, son aspectos claves para lograrlo. En suelos físicamente degradados, se dificulta un desarrollo inicial, rápido y armónico de raíces, lo que provoca importantes alteraciones morfológicas y posiblemente fisiológica dentro de la alteración producida son menor grado de ramificación, menor longitud, desviación de la dirección de crecimiento, menor diámetro de raíces y menor área xilemática. Las raíces con alteraciones morfológicas y con

menor densidad de longitud, reducen la capacidad de absorción de agua y, por ende, la cantidad de nitrógeno mineral incorporado por la planta.

Fosforo (P) Las leguminosas tienen una habilidad excepcional para extraer fósforo y zinc en particular, con ayuda de las micorrizas arbusculares. Estos hongos se encuentran en la mayoría de los suelos y se asocian con las raíces de maní.

La concentración de P varía con el órgano y la edad de la planta de maní. Una baja proporción es absorbida durante el periodo vegetativo, ya que esta fase es relativamente corta, pero continúa la acumulación en los órganos vegetativos durante su ciclo, haciendo un pico al momento que comienza el llenado de las semillas.

Potasio (K) en el suelo, la disponibilidad de K es muy variable, dependiendo de la fuente considerada. Así, el 90 al 98% del K total presente en los suelos se encuentra en minerales primarios de muy baja solubilidad, esta forma de K se considera como relativamente indisponible. El K lentamente disponible constituye del 1 al 10 % del suministro total de este elemento, y proviene de la disolución de minerales primarios o de fertilizantes potásicos.

Los niveles óptimos de K en el suelo para obtener rendimientos y calidad de semillas adecuados varían según el extractante, el que se selecciona en función de las características de la región y el tipo de suelo. El nivel crítico para maní está entre 11-13 ppm. Aunque también se consideran valores mayores de 20 ppm como indicadores de una adecuada disponibilidad de potasio, por posibles errores de muestreo y analíticos. (Fernandez & Giayetto, 2017)

2.2.3.-Marco legal

Tabla 3 Marco legal

Ley	Artículo	Descripción
N° 217 Ley general del medio ambiente	Art-95	Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta: 1) La compatibilidad con la vocación natural de los

y los recursos naturales		<p>mismos, cuidando de mantener las características físicas/químicas y su capacidad productiva. Toda actividad humana deberá respetar el equilibrio de los ecosistemas.</p> <p>2) Evitar prácticas que provoquen erosión, degradación o modificación de las características topográficas y geomorfológicas con efectos negativos.</p>
	Art-97	<p>En aquellas áreas donde los suelos presenten niveles altos de degradación o amenaza de la misma, el Ministerio de Agricultura y Ganadería en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y con los Concejos Municipales y las Regiones Autónomas respectivas, podrán declarar áreas de conservación de suelos dentro de límites definidos, estableciendo normas de manejo que tiendan a detener su deterioro y aseguren su recuperación y protección.</p>
DECRETO-LEY N°. 1308. Ley de protección de suelos y control de erosión	Art-6	<p>Para los efectos de la presente Ley y en su más amplia concepción, la Erosión se clasifica en: a) Mica, la producida por la acción de los vientos. b) Hídrica, la producida por la acción de las aguas.</p>
	Art-7	<p>Con la finalidad de contrarrestar las tolveneras y otros efectos de la Erosión Eólica, IRENA podrá emprender proyectos regionales de cortinas rompevientos, fajas de protección, áreas de bosques, etc., e imponer en campo técnicas de manejo tales como: cultivos en fajas, cultivos de coberturas, regulación de la carga de pastoreo, labranzas de laderas y otras medidas atingentes.</p>

	Art-9	Son obligaciones de los propietarios, usuarios, arrendatarios, usufructuarios o quienes tengan a su cargo lotes de tierra agrícolas, trabajar sus cultivos siguiendo las prácticas de manejo y conservación de suelos, recomendadas por IRENA
NTON 11 039 - 13. La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Requisitos de Inocuidad para el Maní	4.6	Promover la práctica de rotación de cultivos, en los distintos campos donde se cultiva el maní, como práctica de control de plagas del suelo y conservación del recurso suelo. En zonas vulnerables a la erosión hídrica y eólica, se deben aplicar prácticas de conservación del suelo, que contribuyan a la conservación del mismo
	4.7	Se deben realizar análisis completo de fertilidad del suelo, que se realizara cada cuatro años, por lote, para determinar si es necesario aplicar fertilizantes y/o acondicionadores del suelo con objeto de garantizar un pH adecuado y el aporte de nutrientes a las plantas para evitar condiciones adversas, especialmente durante el desarrollo de las plántulas al momento de la emergencia cuando aumenta la vulnerabilidad del maní a la infestación fúngica
Tratado Internacional- La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) se estableció en 1994.	cuenta con 197 Partes, entre ellas 196 países Partes y la Unión Europea	La Convención, basada en los principios de participación, asociación y descentralización, constituye un compromiso multilateral para mitigar el impacto de la degradación de las tierras y protegerlas para que podamos proporcionar alimentos, agua, refugio y oportunidades económicas a todas las personas. Esta labor es crucial para garantizar la sostenibilidad del planeta y la prosperidad de las generaciones futuras.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.-Marco contextual

El maní o cacahuate (*Arachis hypogaea L.*) es considerado uno de los cultivos oleaginosos más importantes en el mundo después de la soya, canola, girasol, algodón, olivo y el maíz. Debido a su contenido de grasa, proteína, fibra y vitaminas es usado en la industria de alimentos, productos farmacéuticos, la agricultura y ganadería.

Cabe resaltar que el maní es principalmente cultivado para consumo humano por su contenido nutritivo, su semilla contiene un 25-32 % de proteína y un 42-52 % de aceite; curiosamente son consideradas “nueces de la longevidad” en China, su principal productor, con casi 18 millones de toneladas representando el 34% de la producción mundial.

Dada la importancia del cultivo de maní es necesaria la aplicación de buenas prácticas agrícolas en todas las etapas de su producción con el fin de obtener un producto inocuo y de excelente calidad. (Jimenez, SF)

El cultivo de Maní es una de las principales oleaginosas que aporta significativamente a la economía del País, por su demanda en el mercado internacional, generando 107.1 millones de dólares en el cierre 2022 (MAG, 2022). El 91% de las áreas se focalizan en el occidente del País (León y Chinandega), y el 9% en los Departamentos de Masaya, Granada y Managua. (digital, 2025)

El Maní ha sido cultivado en Nicaragua desde el final de la década de los 70s. Actualmente se siembran dos cosechas al año. Una en la época lluviosa, que se siembra en julio y es cosechada en noviembre, y la otra con riego que se siembra en enero y se cosecha en abril.

El maní es muy sensible a los efectos de los cultivos que lo preceden en la rotación, especialmente en lo que se refiere a la condición física del suelo. También debe tenerse presente que una correcta rotación permite un cierto control de malezas, enfermedades y plagas. Para lograr estos efectos, el maní debe sembrarse en el mismo lote cada 3-4 años. El monocultivo de maní debe ser descartado, ya que se

produce un gradual deterioro del suelo por pérdida de estructura y aparecen antes y con mayor intensidad las enfermedades foliares y del suelo. (MIFIC, 2008)

El maní es una leguminosa que fija el nitrógeno atmosférico. Gran parte de la fertilidad del suelo para el maní se centra en el calcio. Este se necesita en la zona de fijación (los primeros 7,5 cm del suelo), donde la fruta o los frutos secos absorben el calcio directamente del suelo en lugar de a través de las raíces. (Capasso, 2020)

La unidad de producción Finca El Disparate ubicada en el municipio de Chichigalpa, en el departamento de Chinandega. Tiene una extensión de 120 Mz, el manejo es tecnificado y se dedica a la ganadería y principalmente a la producción de maní.

La situación descrita refleja como el contexto agrícola del occidente, especialmente del municipio de Chichigalpa, ha sido distinguido por una fuerte dependencia del monocultivo de maní, lo cual puede generar consecuencias significativas en la salud del suelo. Los casos de monocultivo pueden dejar en evidencia que, aunque este cultivo representa un aporte relevante de la economía nacional, su explotación continua sin practicas adecuadas de manejo pueden generar un deterioro progresivo de las propiedades del suelo.

2.2.5.-Marco Institucional

Unidad de producción Finca El Disparate

El presente estudio se desarrolla en la unidad de Producción agrícola llamada Finca El Disparate en la comarca El Pellizco Occidental ubicada en Chichigalpa, Chinandega con las coordenadas 12°37'27.5"N 87°02'46.0"W. Esta finca se caracteriza por su topografía irregular. Desde hace aproximadamente 25 años esta unidad de producción ha mantenido un sistema productivo basado en el monocultivo de maní.

El manejo es mecanizado y tecnificado, lo que permite una mayor eficiencia en las labores agrícolas.

Dentro de las instituciones que regulan las actividades de la finca está el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), como la entidad encargada de supervisar

y establecer las normas relacionadas con el uso seguro de plaguicidas y agroquímicos. Según señala Gaceta numero 91 (2014) el IPSA tiene como función realizar vigilancia y fortalece la condición Fito y Zoosanitaria para prevenir y controlar brotes de plagas, enfermedades y epidemias en la producción agropecuaria en coordinación con las instituciones públicas y privadas. Esta institución cumple un papel clave en la regulación técnica de la producción agrícola, asegurando que las practicas aplicadas por los productores se mantengan dentro de los estándares establecidos para la protección de la salud humana y del medio ambiente.

Asimismo, el productor al ser parte del sector tecnificado se apega al cumplimiento de las leyes ambientales vigentes en Nicaragua, tales como la Ley No. 217, Ley General del Medio ambiente y los Recursos Naturales, que establece principios para la conservación de suelo, el agua y los ecosistemas. La finca se encuentra sujeta tanto a las regulaciones técnicas del IPSA como a las normativas ambientales que rigen el uso responsable del suelo y la sostenibilidad de la producción agrícola.

Las instituciones y normativas que regulan las actividades agrícolas de esta finca desempeñan un papel importante al proporcionar orientación técnica y supervisión sobre el manejo de suelo y los cultivos, pero también el propietario de la finca al ser un productor tecnificado juega un rol fundamental en la toma de decisiones sobre el manejo agrícola. Además, cuenta con la asesoría técnica de los vendedores de insumos agrícolas especializados en el rubro. Un diverso conjunto de actores y normas inciden directamente en el manejo técnico y ambiental de esta unidad de producción.

La Universidad de Ciencias Comerciales (UCC)

Es una institución de educación superior comprometida con la formación integral de profesionales en el campo de las ciencias comerciales, empresariales e ingenierías. Su misión es ofrecer programas académicos de calidad, centrados en la excelencia académica, la ética profesional y la responsabilidad social, con el fin de contribuir Por su Prestigio, Trayectoria y Calidad ¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa! 29 al desarrollo económico y social del país.

Visión

Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, a fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo.

Misión

Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.

La UCC ofrece una amplia gama de programas de grado y posgrado en áreas como Administración de Empresas, Contabilidad, Marketing, Finanzas, Economía, Comercio Internacional, así como ingenierías en diversas disciplinas como Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas de Información, entre otras. Su enfoque pedagógico se basa en la integración de la teoría y la práctica, mediante el uso de metodologías participativas, el fomento del espíritu emprendedor y la vinculación con el sector empresarial. La estructura organizativa de la UCC incluye facultades, departamentos académicos, unidades administrativas y centros de investigación, encargados de coordinar y gestionar las actividades académicas y administrativas de la universidad. Además, cuenta con una planta docente altamente calificada, comprometida con la excelencia académica y la formación integral de los estudiantes.

La UCC se rige por normativas y reglamentos internos, así como por disposiciones legales y regulaciones del Ministerio de Educación Superior de Nicaragua. Asimismo, mantiene alianzas y colaboraciones con instituciones nacionales e internacionales, empresas y organismos gubernamentales, con el objetivo de fortalecer la calidad educativa y promover la investigación y la innovación en el ámbito empresarial e ingenieril. A pesar de los desafíos en materia de acceso a la educación superior y calidad educativa, la Universidad de Ciencias Comerciales de Nicaragua está comprometida con la mejora continua y la excelencia académica, contribuyendo así al desarrollo de profesionales competentes y éticos que puedan enfrentar los retos del mundo empresarial e ingenieril, y contribuir al progreso del país.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.-Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque **cuantitativo**, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para evaluar el estado actual del suelo debido al monocultivo del maní, este estudio está enfocado en identificar qué características del suelo se ven más afectadas debido a esta actividad. Para ello, se realizará un análisis que permita medir variables fisicoquímicas. Los resultados obtenidos serán comparados con un análisis realizado en la misma área hace 9 años, con el fin de identificar los cambios ocurridos a lo largo del tiempo como consecuencia del uso continuo del suelo si rotación de cultivo.

Es de alcance **Correlacional-causal**, describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causan efecto (causales).

Es de diseño **no experimental**, en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Es de **corte transversal**, recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. En este caso se realizó una evaluación comparativa de la repercusión del monocultivo en el suelo, basado en un análisis de suelo realizado en el año 2016 el cual fue comparado con la muestra recolectada en el mes de agosto de 2025 con el fin de describir las variaciones en las condiciones del suelo.

3.2.-Area de estudio

3.2.1-Macro localización y micro localización

El área en estudio está ubicada en la comarca el pellizco Occidental del municipio de Chichigalpa. Con las coordenadas 12°37'27.5"N 87°02'46.0"W.

Figura 2 Macro localización



Fuente: Google Earth

Figura 1 Micro localización



Fuente: Google Earth

3.2.2.-Características climáticas

El área se caracteriza por un clima tropical seco, en verano las temperaturas máximas diarias son alrededor de 32 °C, rara vez bajan a menos de 29 °C o exceden 35 ° y las temperaturas mínimas diarias son alrededor de 24 °C, rara vez bajan a menos de 23°C o exceden 26 °C.

En invierno las temperaturas máximas diarias son alrededor de 33 °C, rara vez bajan a menos de 31 °C o exceden 35 °C y las temperaturas mínimas diarias son alrededor de 24 °C. La temporada de lluvia dura desde junio hasta noviembre. El mes con más lluvia en Chichigalpa es septiembre, con un promedio de 182 milímetros de lluvia.

La altitud es de 250 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

3.2.3.-Suelo

La topografía es irregular y son suelos homogéneos franco-arenosos de origen volcánico.

3.3.-Unidades de análisis: Población y Muestra: tamaño de la muestra y muestreo

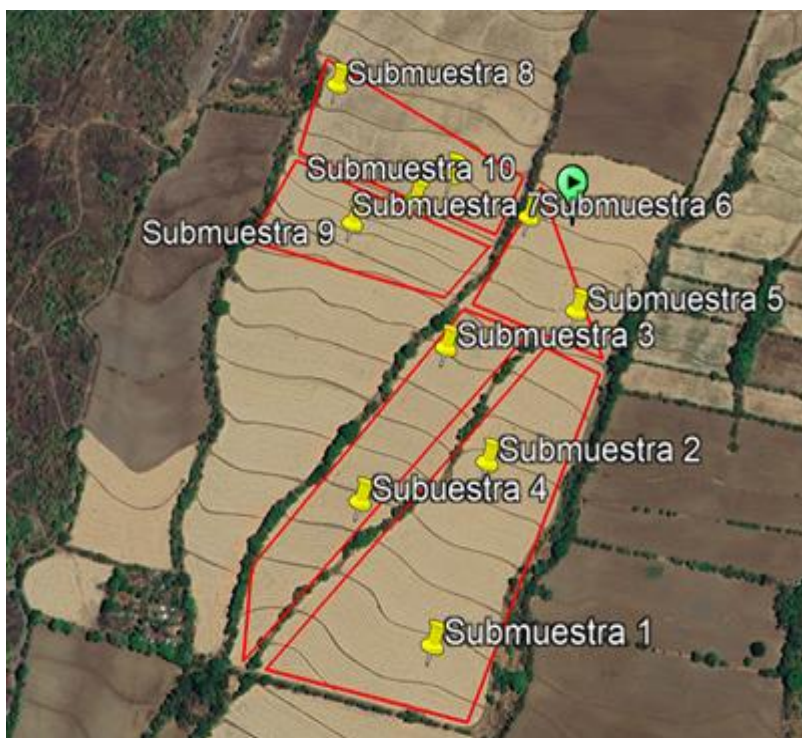
3.3.1.- Población

La población de este estudio esta conformada por la extensión total de la Finca El Disparate, cuenta con un área de 120 manzanas (mz).

3.3.2.-Muestra

Para determinar la muestra de esta investigación la selección se realizó considerando criterios como, el área de cultivo que son 40 mz y la representatividad de las diferentes condiciones del terreno presente en la finca. Está constituida por un total de 5 lotes de los cuales se extrajeron 2 submuestras por cada uno y se recolectaron 10 en total, para luego homogenizarlas y obtener una muestra representativa de 1 kg de peso.

Figura 3 Mapa de muestreo



Fuente: Elaboración propia

3.3.3.-Tipo de muestreo

El muestreo utilizado fue aleatorio estratificado, consiste en dividir lotes a muestrear en estratos; se recolectan las muestras en cada estrato y posteriormente se mezclan. Este muestreo se realiza en terrenos colinados, e incluso en laderas.

Los estratos representan áreas homogéneas dentro del complejo de variación de suelo, definido por el desarrollo del suelo y su relieve. (Mendoza & Espinoza, 2017)

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de muestra se hizo realizando excavaciones de 20 cm de profundidad en cada punto de muestreo, donde se obtuvieron las diez submuestras, cada una se introdujo en un balde para luego homogenizarlas y sacar la muestra de 1 kg de peso en la bolsa.

La muestra se marcó con los datos que pide el laboratorio que son: productor, finca, zona, lote, cultivo y fecha.

Tabla 4 Instrumentos utilizados en el muestreo

Instrumentos
Pala
Cubeta o Balde
Machete
Bolsa impermeable
Crayón permanente

Fuente: Elaboración propia

Para la recolección de datos empleados en la elaboración del diagnóstico de la unidad de producción se utilizará una guía de observación que permite identificar los elementos característicos visibles del área de estudio.

Tiene como propósito evaluar las condiciones físicas, ambientales, productivas y socioeconómicas.

- Reúne información básica de la finca, contempla la descripción de factores relacionados con el entorno natural (clima, suelo, agua y cobertura vegetal).

- Incluye la observación de cultivos principales y secundarios, el manejo agronómico, la ganadería y los recursos de tecnología e infraestructura.
- Aborda la dinámica humana y económica de la finca (mano de obra, comercialización, acceso a asistencia técnica y el balance de costos y beneficios.
- Registra de manera puntual las principales limitaciones detectadas en la finca y las posibles oportunidades de mejora.

3.5.- Confiabilidad y validez de los instrumentos

La guía técnica para el muestreo de suelo plantea lo siguiente:

El muestreo de suelo es la actividad de recolección de las muestras de suelo (representativas), que permiten caracterizar el suelo en estudio. La muestra es definida como una parte representativa que presenta las mismas características o propiedades del material que se está estudiando. Y, las muestras enviadas al laboratorio constituyen las muestras elegidas para ser analizadas de acuerdo con los objetivos establecido.

Muestra simple: es la muestra obtenida de una sola extracción del suelo.

Muestra compuesta: se refiere a la muestra de suelo obtenida de varias extracciones o muestras simples, reunidas en un recipiente codificado por profundidad, si es el caso, y luego bien mezcladas, de donde se retira un kg de suelo.

Selección de la técnica de muestreo: Depende de las condiciones edáficas, meteorológicas, geológicas e hidrogeológicas en el sitio, la profundidad y accesibilidad del sitio de estudio y de los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras.

Los materiales y equipos básicos necesarios para realizar el trabajo de campo y recolectar las muestras de suelos son: baldes rotulados con profundidades, barrenos usados según textura de suelo, palín y cinta métrica, libreta y formato, cuchillo, lona o plástico, GPS y mapa topográfico, bolsa plástica para el transporte.

El número de submuestras para una muestra compuesta debe ser seis, como mínimo. La selección del sitio para realizar el muestreo toma en consideración que sea

uniforme en profundidad, color textura, pendiente, posición en la pendiente y uso anterior (homogéneo).

Recorrido aleatorio estratificado consiste en dividir lotes a muestrear en estratos; se recolectan las muestras en cada estrato y posteriormente se mezclan.

La profundidad del muestreo está determinada por el tipo de cultivo (desarrollo radicular) y el propósito del análisis de suelo. 0 a 25 cm para cultivos comerciales y pastos de corte.

Muestreo utilizando pala o palín este método es el más sencillo y práctico, por lo que los productores lo pueden realizar rápidamente. Se recomienda de previo, marcar con un cuchillo o clavo la profundidad de muestreo en la pala. El proceso es el siguiente:

- a) Seleccionar el sitio a muestrear; para ello se debe disponer del croquis de la finca, y tener los lotes enumerados.
- b) Eliminar la cobertura vegetal y piedras de la superficie en el sitio de muestreo.
- c) Marcar en la pala la profundidad de muestreo y cavar un hueco en forma de "V" del ancho de la pala y la profundidad requerida, según el cultivo.
- d) Tomar un corte de suelo de 2 a 3 centímetros de espesor de la pared del hueco y depositarla en un balde plástico identificado con la profundidad; éste debe estar limpio de impurezas tales como restos de fertilizante, cal, estiércol, cemento, etc.
- e) Repetir esta operación en cada uno de los puntos, siguiendo las indicaciones del muestreo predefinido.
- f) Mezclar las muestras que corresponden a la misma profundidad en el balde, luego depositarla en la bolsa (etiquetada).

Una vez realizado el muestreo, según el plan, y previo a su análisis en el laboratorio, es importante asegurar una buena preparación y etiquetado, que no se borre en el transporte y que contenga la información del sitio de muestreo. (Mendoza & Espinoza, 2017)

3.6.- Procesamiento de datos y análisis de la información

El laboratorio debe tener todo lo necesario para el análisis que necesita ya que se requieren análisis químicos.

El análisis químico suele comenzar con la preparación de la muestra y su purificación, eliminando así algunas sustancias que puedan causar problemas. También hay que separar y caracterizar los componentes de la muestra.

Tras llevar a cabo estos procesos y una vez nos encontramos con los compuestos separados y caracterizados, se puede determinar en este caso la cantidad de cada uno en la muestra y, por tanto, mostrar los resultados del análisis químico del suelo. (Diama, SF)

Para determinar las propiedades químicas de la muestra en el laboratorio se sigue el siguiente protocolo:

- Procedimientos para determinar el pH del suelo:

Equipos

1. Medidor de pH con electrodos apropiados
2. Balanza electrónica o estándar, cuchara de acero inoxidable de 5 cm³
3. Pipetas o dispensadores automáticos
4. Vasos de papel de tres onzas o equivalente

Reactivos

1. Agua destilada o desionizada.
2. 0.01 M CaCl₂: disuelva completamente 1,47 g de CaCl₂·2H₂O en 1 L de agua destilada o desionizada.
3. 1 M de CaCl₂: Disuelva completamente 14,7 g de CaCl₂·2H₂O en 100 ml de agua destilada o desionizada.
4. Soluciones tampón estándar para calibrar el medidor de pH, generalmente pH 4 y pH 7.

Procedimiento

1. Calibre el medidor de pH, en el rango adecuado, utilizando la solución estándar
2. Traiga 5 cm³ (o pese 5 g) de suelo, tamizado y secado al aire en un vaso de papel.
3. Añade 5ML de agua, destilada o desionizada a la muestra
4. Remueva vigorosamente durante 15 segundos y deje reposar durante 30 minutos.
5. Coloque los electrodos en la suspensión, agítelos con cuidado y lea el pH. Inmediatamente asegúrese de que las puntas de los electrodos estén en la suspensión y no en la solución suprayacente. (Horton Maurice, 2025)

Para determinar el pH del suelo en este estudio se hizo uso de la Norma Técnica Colombiana NTC 5264:2018 (Calidad del suelo. Determinación del pH).

Esta norma describe la determinación del pH o acidez activa de los suelos, en el laboratorio, a través de un método potenciométrico. Las mediciones objeto de esta norma pueden ser empleadas en campos relacionados con agricultura, medio ambiente y recursos naturales. La interpretación de los resultados obtenidos por la aplicación de esta norma debe ser realizada por personal idóneo.

- Procedimiento recomendado para la medición de macro y micronutrientes en extractos de suelo

Equipos

1. Cucharas de suelo estándar (2,5 cm³, 2,5 g y 1, 0 cm³).
2. Agitador recíprocamente o rotatorio con capacidad para 180 oscilaciones por minuto (opm).
3. Frascos de extracción de plástico (PVC) de 100 ML y boca ancha (El uso de recipientes de vidrio, puede contaminar el extracto con boro)
4. Embudos de filtración de PVC
5. Plasma acoplado inductivamente (IC)

Reactivos

1. Solución madre Mehlich 3 (NH₄F 3,75 M + EDTA 0,25 M): Mezclar 277,8 g de fluoruro de amonio (NH₄F) con ~1200 ml de agua destilada en un matraz aforado de 2 L. Añadir 146,1 g de EDTA (ácido etilendiaminotetraacético [(HOOCCH₂)₂NCH₂N(CH₂COOH)₂]). Completar el volumen con agua destilada y mezclar bien. Esta solución madre es suficiente para ~ 10 000 muestras.
2. Solución de extracción Mehlich 3: (0.2 N CH₃COOH + 0.25 N NH₄NO₃ + 0.015 N NH₄F + 0.013 N HNO₃ + 0.001 M EDTA). Disuelva 1000 g de nitrato de amonio (NH₄NO₃) en aproximadamente 40 L de agua destilada en una garrafa de plástico calibrada de 50 L. Añada 200 ml de la solución madre de Mehlich 3 y mezcle bien. Añada 575 ml de ácido acético glacial (CH₃COOH) y 41 ml de ácido nítrico concentrado (HNO₃). Diluir hasta un volumen final de 50L con agua destilada y mezcle bien. El pH de la solución debe ser de 2,5 +/- 0,1.
3. Soluciones de calibración estándar: prepare una serie de estándares de calibración mixtos para los elementos de interés que abarquen el rango esperado en los extractos de suelo y se encuentren dentro del rango lineal de cada elemento en el ICP.

Procedimiento

1. Extraiga 2.5 cm³ o 2.5 g de suelo, tamizado y secado al aire en un frasco de extracción de 100 ML.
2. Si se requiere un filtrado incoloro, añada 1 cm³ de carbón activado a cada frasco.
3. Añadir 25 ML de la solución de extracción Mehlich 3 a cada botella
Agitar a 200 oscilaciones por minuto durante 5 minutos en un agitador recíprocamente.
4. Filtrar a través de un papel de filtro de porosidad media.
5. Analizar el filtrado para determinar P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn y B en el ICP.

Con el propósito de cuantificar los macronutrientes en el presente estudio se empleó la NTC 5349:2008 (Determinación de bases cambiables): a norma establece el método para determinar las bases intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio) en suelos mediante extracción con acetato de amonio 1N y pH 7, y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica. El método permite el intercambio iónico de las bases adsorbidas en el suelo con la solución de acetato de amonio para luego cuantificarlas. La norma describe los reactivos, equipos, procedimiento y reporte de resultados requeridos para la aplicación.

Para determinar el fósforo se usó la NTC 5350 (Calidad del suelo. Determinación del fósforo disponible): Esta norma cubre la determinación del fósforo disponible en los suelos, en el laboratorio, a través de diferentes métodos. Las mediciones objeto de esta norma pueden ser empleadas en campos relacionados con agricultura, medio ambiente y recursos naturales. La valoración de la cantidad de fósforo disponible al igual que la valoración de otros nutrientes vegetales sirve como índice de fertilidad del suelo y como orientación para la fertilización de los cultivos.

Los micronutrientes fueron determinados empleando la NTC 5526 (Calidad del suelo. Determinación de micronutrientes disponibles: Cobre, zinc, hierro y manganeso): Esta norma cubre la determinación en el laboratorio de los micronutrientes disponibles en los suelos, a través de varios métodos de extracción. Las mediciones, objeto de esta norma pueden ser empleadas en campos relacionados con agricultura, medio ambiente y recursos naturales.

- Prueba recomendada de materia orgánica del suelo

Equipo

1. Matraz Erlenmeyer de 500 ml
2. Pipeta de 10 ml
3. Dosificadores de 10 y 20 ml
4. Bureta de 50 ml
5. Balanza analítica
6. Agitador magnético

7. Lámpara incandescente

Reactivos

1. H₃PO₄, 85%.
2. H₂SO₄, concentrado (96%).
3. NaF, sólido.
4. Estándar 0,167 M K₂Cr₂O₇: Disuelva 49,04 g de K₂Cr₂O₇ seco (105 °C) en agua y diluya a 1 L.
5. Solución 0,5 M Fe²⁺: Disuelva 196,1 g de Fe (NH₄)₂(SO₄)₆H₂O en 800 ml de agua que contenga 20 ml de H₂SO₄ concentrado y diluya a 1 L. El Fe²⁺ en esta solución se oxida lentamente al exponerse al aire, por lo que debe estandarizarse diariamente contra el dicromato.
6. Indicador de ferroína: disuelva lentamente 3.71 g de o-fenantrolina y 1.74 g de FeSO₄.7H₂O en 250 ml de agua.

Procedimiento

1. Pese de 0,10 a 2,00 g de suelo seco (tierra a<60) y transfíralo a un matraz Erlenmeyer de 500 ml. La muestra debe contener de 10 a 25 mg de carbono orgánico (17 a 43 mg de materia orgánica), Para una muestra de suelo de 1 g, esto representaría de 1,2 a 4,3 % de materia orgánica. Utilice hasta 2,0 g de muestra para suelos de color claro y 0,1 g para suelos orgánicos.
2. Añada 10 ml de 0.167 M K₂Cr₂O₇ con una pipeta.
3. Añada 20 ml de H₂SO₄ concentrado con un dosificador y agite suavemente la mezcla, evite agitar demasiado, ya que esto podría provocar que partículas orgánicas se adhieran a las paredes del matraz y se desprendan de la solución.
4. Deja reposar 30 minutos. Los matraces deben colocarse sobre una almohadilla aislante durante este tiempo para evitar una rápida pérdida de calor
5. Diluir la suspensión con aproximadamente 200 ml de agua para obtener una suspensión más transparente que permita visualizar el punto final

6. Añadir 10 ml de H₃PO₃ al 85%, utilizando un dosificador adecuado y 0.2 g de NaF. El H₃PO₃ y el NaF se añaden al complejo Fe^{3+} lo que interferiría con el punto final de la titulación.
7. Añadir 10 gotas de indicador de ferroína. El indicador debe agregarse justo antes de la titulación para evitar la desactivación por absorción en superficies de arcilla.
8. Titular con 0.5 M Fe^{2+} hasta un punto final color Burdeos. El color de la solución al inicio es amarillo-anaranjado a verde oscuro, dependiendo de la cantidad de Cr₂O₇²⁻ restante que cambia a un gris turbio antes del punto final y luego cambia bruscamente a un rojo vino en el punto final. El uso de un agitador magnético con luz incandescente facilita la visualización del punto final en el sistema turbio (La luz fluorescente proporciona un color diferente al punto final).
9. Calcule el porcentaje de materia orgánica (Horton Maurice, 2025)

$$\%OM = \frac{\% \text{ total C} \times 1.72}{0.58}$$

El cálculo de materia orgánica se realizó conforme a lo establecido en la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 / AS-07 (establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis): Incluye métodos para realizar muestreos de suelos y análisis de parámetros como la materia orgánica. El método Walkley-Black se utiliza para medir el contenido de carbono orgánico en el suelo a través de la oxidación con dicromato de potasio. La norma también especifica los requisitos de conformidad para las pruebas de suelos y su alineación con estándares internacionales.

- Análisis para determinar las partículas del suelo

Aparatos y materiales

1. Agitador de botellas
2. Baño ultrasónico (opcional)
3. Probeta de 1000 ML
4. Hidrómetro ASTM 152 H

5. Termómetro para temperatura de ambiente
6. Cronómetro o reloj con segundero
7. Estufa

Reactivos

- Solución de hexametáfosfato de sodio ($\text{Na}_2[\text{Na}_4(\text{PO}_3)_6]$) de 5%

Procedimiento

Dispersión:

1. Colocar 40g de tierra fina, secada al aire, en una botella de 500mL (si posible con los pretratamientos descritos), agregar 100mL de solución de hexametáfosfato de sodio ($\text{Na}_2[\text{Na}_4(\text{PO}_3)_6]$) de 5% y 250mL de $\text{H}_2\text{O}_{desion}$; dejar en reposo una noche.
2. Agitar la suspensión en un agitador por 2 horas
3. Opcionalmente: optimizar la dispersión mediante un tratamiento de la suspensión en un baño ultrasónico, durante 5 min.

Medición:

4. Verter la suspensión dispersada en una probeta de 1L y enrasar con $\text{H}_2\text{O}_{desion}$ a 1 litro
5. Preparar un testigo (o blanco) con 100mL de solución de hexametáfosfato de Na y 900mL de $\text{H}_2\text{O}_{desion}$
6. Homogeneizar la suspensión mediante un émbolo especial con movimientos continuos; (o tapar la probeta y homogeneizar la suspensión agitando fuertemente toda la probeta)
7. Al terminar la homogeneización, se registra el tiempo a partir del momento en el cual la probeta se coloca en la mesa con un cronómetro; (comienzo de la sedimentación)
8. Poner inmediatamente el hidrómetro en la suspensión y tomar lecturas (R) a los 30 y 60s; evitar movimientos bruscos con el hidrómetro, para no producir turbulencias en la suspensión.

9. Sacar el hidrómetro, lavarlo y secarlo.
10. Poner el hidrómetro en el blanco y sacar el valor para la corrección (R); medir la temperatura en el testigo.
11. Volver a poner el hidrómetro cada vez 30 segundos antes de la lectura en la suspensión y tomar.
12. Lecturas a los 3, 120 y 360 minutos:
13. Sacar para cada medición el valor R, y la temperatura en el blanco;
14. Al terminar las extracciones, guardar la suspensión restante en las probetas para el análisis de la fracción de arena mediante tamizado

Calculo

- a) La concentración de suelo (C) en (g/L) para cada medición se calcula según

$$C = R - R_1$$

$$P = \frac{C}{C_0} \cdot 100$$

C: Concentración de suelo ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

R: Lectura de hidrómetro ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

R1: Lectura de hidrómetro en el blanco ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

P: Proporción de la fracción del suelo (%)

C0: Concentración total del suelo usado en el análisis ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

- b) El diámetro (D) de las partículas correspondientes a los diferentes tiempos, se calcula según ecuación, respetando los valores de viscosidad (η) y densidad del líquido (solución de hexametáfosfato de Na; conc. Final 5 g/l), en función de la temperatura:

$$D = 175 \cdot \sqrt{\frac{\eta \cdot (-0.164 R + 16.3)}{p - p_1 \cdot t}}$$

Con D en (μm) y t en (min)

- c) Cálculo de la proporción de fracciones granulo, métricas definidas

Los diámetros que corresponden a las proporciones medidas por el análisis densimétrico dependen de las circunstancias durante la medición (composición de la muestra, viscosidad de líquido, temperatura) y no coinciden con los límites granulo, métricos definidos. Por eso, para determinar la proporción de cada fracción definida en el rango inferior de 50 µm se saca o bien el valor gráficamente de la curva, acumulativa o se calcula según:

$$P_{def} = P_i + \frac{(\ln(D_{def}) - \ln(D_i))}{(\ln(D_8) - \ln(D_i))} \cdot (P_8 - P_i)$$

P_{def} : porcentaje de partículas con un diámetro inferior a un límite definido (->fracción definida) (%)

D_{def} : límite definido (diámetro) de una cierta fracción (µm)

D_i : próximo diámetro medido inferior al límite definido (µm)

D_8 : próximo diámetro medido superior al límite definido (µm)

P_i : Porcentaje medida de partículas con un diámetro inferior D_i (%)

P_8 : Porcentaje medida de partículas con un diámetro inferior D_8 (%) (Guido, 2005)

En este estudio, las partículas del suelo fueron determinadas utilizando la metodología establecida en la NTC 6299:2018 (Calidad del suelo. Determinación de la textura por Bouyoucos): La elección del método para determinar la textura dependerá principalmente del tipo de equipo que posee el laboratorio para la dispersión de la muestra. El criterio de selección de los métodos que cubre esta norma se basa principalmente en su alto nivel de utilización a nivel nacional.

En el proceso de análisis de datos se hizo uso extensivo del paquete de software

Microsoft Office: Que comprende aplicaciones altamente conocidas y utilizadas como Word, Excel y PowerPoint, proporciono una herramienta confiable para la recolección, organización, análisis y presentación de datos.

Microsoft Word: Se empleo en la elaboración del informe final, donde se siguieron los parámetros establecidos de la estructura, se presentan los datos esenciales para comprender el desarrollo y os resultados de la investigación.

Microsoft Excel: Permitió convertir los datos en información organizada, visual y clara para facilitar la interpretación de los resultados

Microsoft PowerPoint: Se utilizo para realizar la presentación visual de la investigación que será presentada en la defensa.

3.7.- Operacionalización de las variables

Tabla 5 Operacionalización de variables

Objetivos	Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Dimensión operacional	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Analizar el impacto del monocultivo de maní (<i>Arachis hypogaea</i> L.) sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y su efecto en la productividad de la unidad de producción Finca El Disparate.	Monocultivo de maní	Independiente	Esta variable es el sistema de producción agrícola que se caracteriza por el uso exclusivo repetitivo del cultivo de maní, en una misma área durante varios ciclos consecutivos. Este sistema modifica las propiedades del suelo e influye en el desgaste de los nutrientes del suelo.	Años cultivados de maní en la finca y extensión de tierra destinada a este cultivo.	Formato de recolección de información.
	Propiedades del suelo y productividad agrícola	Dependiente			
Identificar las principales características físicas del suelo.	Propiedades físicas del suelo	Dependiente	Características que describen su estructura, textura, densidad y capacidad de retención de agua.	Estructura del suelo, textura del suelo y densidad aparente	Observación directa Muestreo de suelo y análisis.
Determinar las características químicas del suelo.	Propiedades químicas del suelo	Dependiente	Componentes que determinan la fertilidad del suelo, incluye la composición de nutrientes esenciales.	Nutrientes esenciales, pH, materia orgánica.	Muestreo y análisis de suelo.
Evaluar los efectos del sistema de monocultivo de maní sobre el estado fisicoquímico del suelo, comparando datos actuales con registros históricos o parámetros agronómicos establecidos.	Sistemas de monocultivo de maní	Independiente	La relación entre el monocultivo y las propiedades del suelo influye directamente en su fertilidad y capacidad de producción, esta práctica modifica su estado en general.	Propiedades físicas y químicas del suelo. Productividad agrícola.	Formato de recolección de información. Consulta documental. Muestreo de suelo.
	Estado Físicoquímico del suelo	Dependiente			
Proponer lineamientos de mejora que permitan restablecer las condiciones del suelo.	Condiciones del suelo	Dependiente	Es la condición integral del suelo que integra tanto propiedades físicas como sus propiedades químicas, estas determinan la capacidad productiva, sostenibilidad y productividad.	Propiedades físicas y químicas del suelo.	Muestreo de suelo y análisis de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.-Diagnostico de la unidad de producción Finca El Disparate

La Finca El Disparate, ubicada en la comarca Pellizco Occidental que pertenece al municipio de Chichigalpa cuenta con una extensión de 120 manzanas, dedicada principalmente al cultivo de maní y a la ganadería bovina.

Dentro de los aspectos físicos y ambientales de la finca:

- Cuenta con un clima cálido, la finca se encuentra en una zona con temperaturas entre 30 – 38°C, buena frecuencia de lluvias y vientos moderados.
- El suelo es de origen volcánico, con textura franco-arenosa, se observa susceptibilidad a erosión y tiene buena capacidad de campo.
- La principal fuente hídrica es que depende de lluvias y no cuenta con infraestructura de riego.
- Existe presencia de cercas vivas, vegetación natural y un 35% del área se encuentra deforestada, lo que aumenta riesgos de degradación.

Aspectos productivos:

- El cultivo de maní ocupa 40 manzanas con rendimientos promedios de 70 qq/mz y con un adecuado control sanitario, no existe ningún otro cultivo establecido dentro de esas 40 mz, ni se realiza rotación de cultivos, se mantiene el monocultivo de maní.
- Su manejo agronómico es bajo fertilización y control de plagas químico, mecanizado con disponibilidad de maquinarias, bodegas y corrales lo que es beneficioso para la producción.
- La ganadería se desarrolla de forma paralela a la producción de maní con 90 cabezas de ganado, alimentadas con pasto y cuentan con atención veterinaria.

Aspectos financieros:

Tabla 6 Ficha de costo Finca El Disparate

Detalle	Costo/Mz C\$
Pesticidas (pcs) + Fertilizantes	13,194
Costo Maquinaria, Gastos Fijos	30,786
Total Costo U\$/Mz	43,980
Valor QQ/Maní	843
Producción Esperada QQ	70
Ingreso Bruto U\$	59,010
Ingreso Neto U\$	15,030

Aspectos socioeconómicos:

- La finca cuenta con 15 trabajadores, lo que beneficia a varias familias de la zona.
- La producción de maní esta principalmente destinada al mercado internacional por medio de la empresa COMASA.
- El productor recibe asesoría técnica privada y de los proveedores de insumos.

En la unidad de producción se han detectado problemas como la ausencia de diversificación de cultivos lo que crea dependencia del monocultivo, la deficiencia en infraestructura de riego y la deforestación.

Las oportunidades observadas fueron, la diversificación de cultivos para disminuir los riesgos económicos y ambientales.

La unidad de producción Finca el disparate presenta un sistema productivo sólido, basado en el cultivo de maní y la ganadería, cuenta con buenos niveles de rendimiento y la producción de la finca se comercializa a través de la empresa COMASA la cual tiene presencia en el mercado internacional. Sin embargo, enfrenta desafíos con la conservación ambiental y la dependencia de un solo cultivo, que la hacen vulnerable al deterioro del suelo, aprovechar la oportunidad identificada permitirá mejorar la sostenibilidad ambiental de la finca.

4.2.-Análisis fisicoquímico del suelo

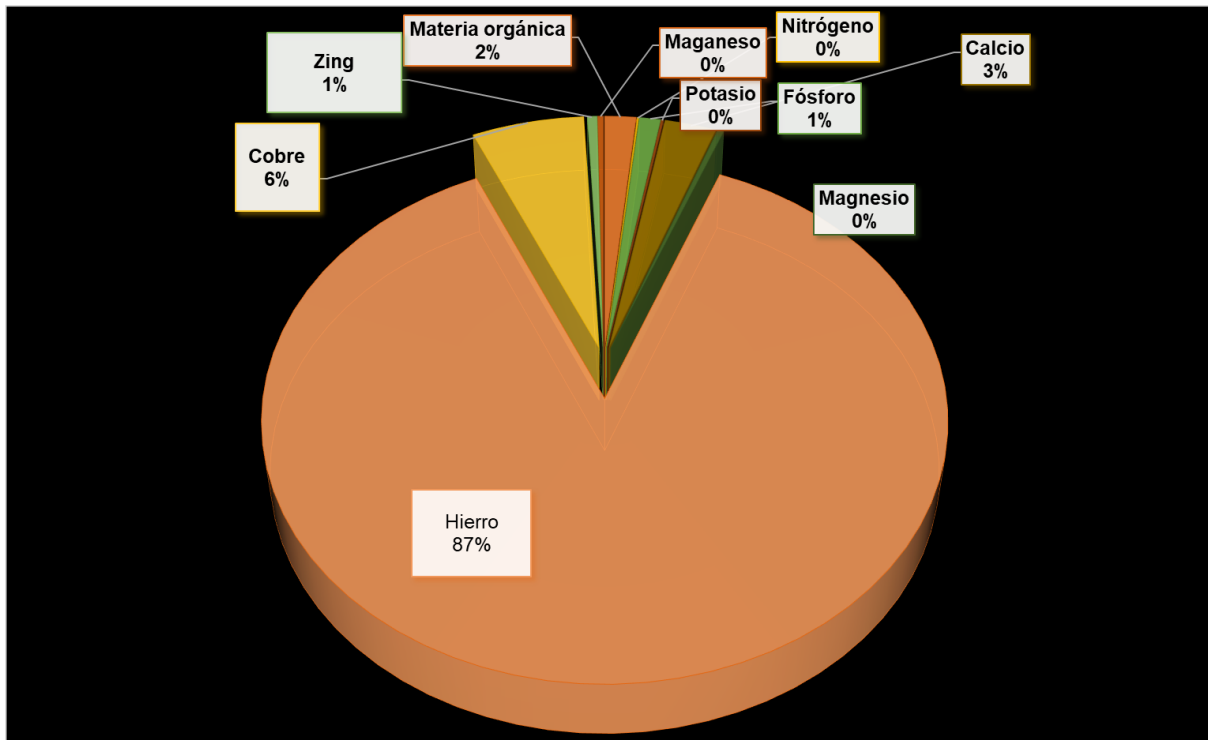
En las siguientes figuras se exponen los resultados del análisis de suelo realizado en la Finca El Disparate el lunes. La primera figura detalla los resultados correspondientes a las propiedades químicas, mientras que la segunda figura presenta las propiedades físicas del suelo.

Figura 4 Análisis químico

		LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A LAQUISA		
INFORME DE ANÁLISIS				
Cliente:	<i>Fernanda Isabel Escalante Romero</i>	Lugar de muestreo:	<i>Finca: El Disparate</i>	
Dirección:	<i>Reparto Estela 1era Entrada 75 Vras al Norte, Chinandega</i>	Municipio/Depto.:	<i>Cosmapa, Chichigalpa</i>	
Nombre de muestra:	<i>Cliente: Salvador Ruiz Mendoza</i>	Fecha muestreo:	<i>2025/08/08</i>	
Descripción muestra:	<i>Suelo</i>	Fecha de realización de ensayo:	<i>2025/08/12-2025/08/15</i>	
Fecha ingreso:	<i>2025/08/11</i>	Fecha de emisión:	<i>2025/08/15</i>	
Ref. laboratorio:	<i>SU-2079-25</i>	Muestreado por:	<i>Cliente</i>	
Número de muestreo:	<i>-</i>			
Análisis	Método	Unidad	Resultado	
pH	NTC 5264:2018	-	6,17	
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000 / AS-07	%	6,24	
Nitrógeno	Calculado (de Materia Orgánica)	%	0,31	
Fósforo	NTC 5350	mg/kg	4,20	
Potasio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	0,440	
Calcio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	10,288	
Magnesio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	1,230	
Hierro	NTC 5526	mg/kg	334,25	
Cobre	NTC 5526	mg/kg	22,29	
Zinc	NTC 5526	mg/kg	1,93	
Manganeso	NTC 5526	mg/kg	1,16	

Fuente: Laboratorios químicos, S.A

Figura 5 Estado actual propiedades químicas del suelo

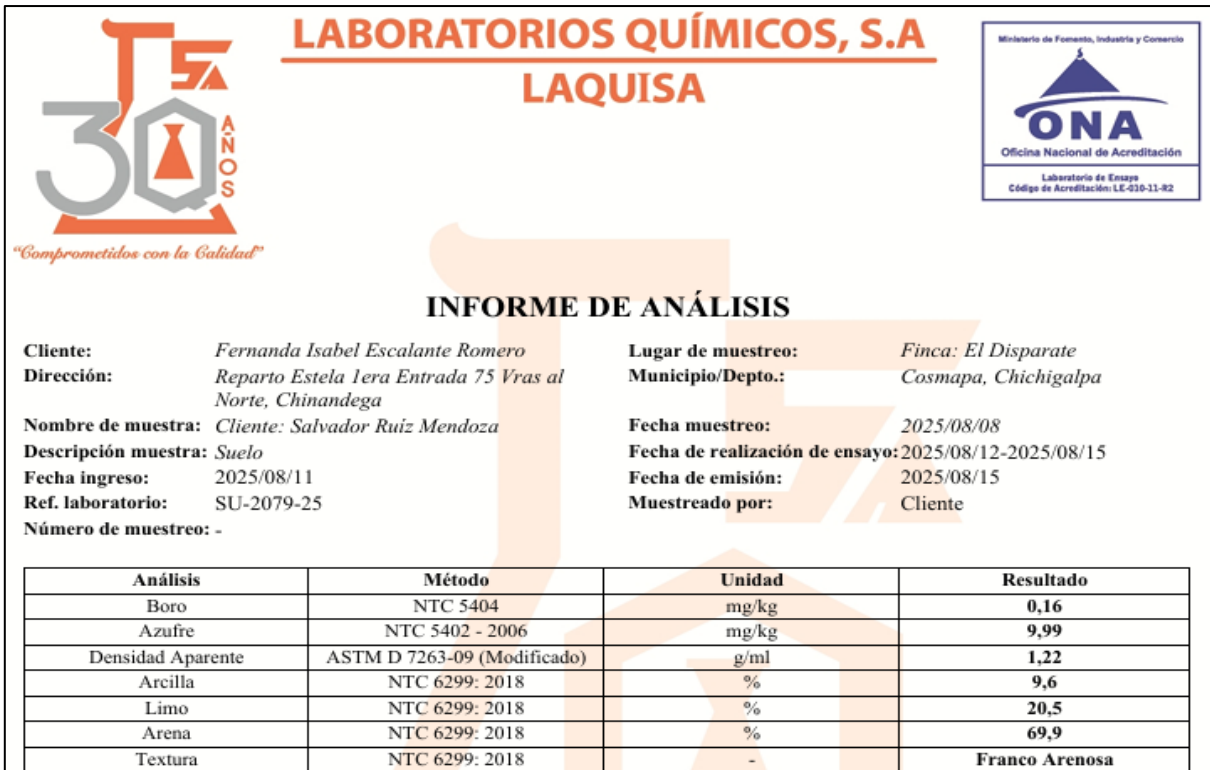


Fuente: Elaboración propia

El suelo en esta unidad de producción presenta un buen contenido de materia orgánica lo cual mejora estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, Nitrógeno, calcio y micronutrientes como hierro y cobre. No obstante, presenta bajos niveles en fosforo, potasio y manganeso, que son elementos esenciales para alcanzar un buen rendimiento en el cultivo de maní.

El grafico representa la distribución porcentual de los elementos químicos evaluados en la Finca El Disparate, se observa que el Hierro alcanzando un 87%, es el elemento que se encuentra en mayores cantidades, valor que supera ampliamente el rango considerado medio (figura 9) para los suelos en Nicaragua, el exceso de hierro puede afectar la disponibilidad de otros nutrientes o indicar el nivel de pH bajo.

Figura 6 Análisis físico



Fuente: Laboratorios químicos, S.A

Figura 7 Estado actual propiedades físicas del suelo



Fuente: Elaboración propia

La unidad de producción en estudio Finca El Disparate presenta una estructura compuesta por 69.9% de arena, 20.5% de limo y 9.6% de arcilla clasificándose como un suelo franco arenoso.

Esta textura se asocia a suelos de alta permeabilidad, favoreciendo el laboreo, facilitando la infiltración de agua y evita problemas de encharcamiento garantizando un buen drenaje. Sin embargo, la prevalencia de arena incrementa el riesgo de lixiviación de nutrientes esenciales.

En cuanto a la densidad aparente su valor obtenido es de 1.22 g/ml, siendo relativamente alta lo cual es indicativo de una compactación moderada. Este grado de compactación puede limitar la aireación, el desarrollo radicular y puede reducir la velocidad de infiltración del agua y, en consecuencia, aumentar el riesgo de escorrentía superficial.

La figura 7 muestra de manera grafica la composición física del suelo en la Finca El Disparate. Representando los porcentajes de arena, limo y arcilla. Además, se incluye el valor de la densidad aparente representando un 1% dentro del esquema ilustrativo.

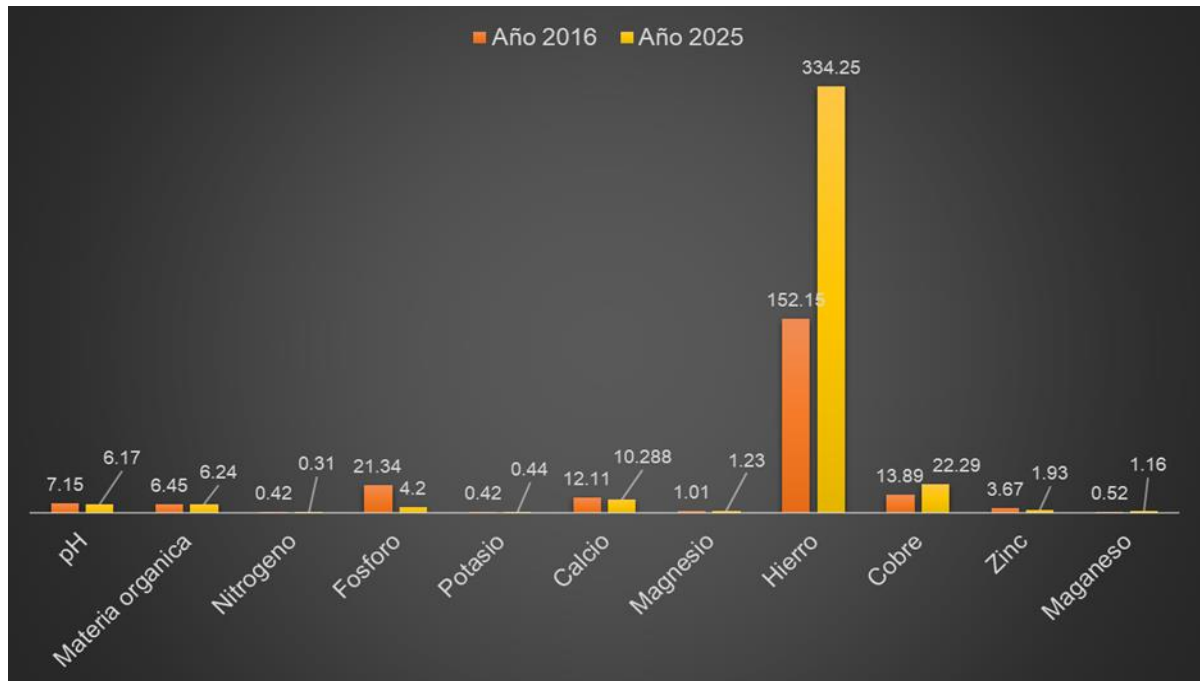
4.3.-Comparacion de las propiedades químicas 2016-2025

Tabla 7 comparación análisis químico 2016-2025

Tabla comparativa de los elementos químicos presentes en el suelo, Finca El Disparate				
Elementos	Unidad	Año 2016	Año 2025	Diferencia
pH	-	7.15	6.17	-0.98
Materia orgánica	%	6.45	6.24	-0.21
Nitrógeno	%	0.42	0.31	-0.11
Fósforo	mg/kg	21.34	4.2	-17.14
Potasio	cmol+/kg	0.42	0.44	0.02
Calcio	cmol+/kg	12.11	10.288	-1.822
Magnesio	cmol+/kg	1.01	1.230	0.22
Hierro	mg/kg	152.15	334.25	182.1
Cobre	mg/kg	13.89	22.29	8.4
Zinc	mg/kg	3.67	1.93	-1.74
Manganeso	mg/kg	0.52	1.16	0.64

Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Comparativa año 2016-2025



Fuente: Elaboración propia

La grafica presentada permite identificar de forma clara y ágil las variaciones en los elementos químicos presentes en el suelo de la unidad de producción Finca El Disparate, evidenciando cuales elementos han mostrado mejoras y cuales han sufrido deterioro durante los 9 años evaluados, se puede observar que los elementos que aumentaron significativamente fueron Hierro y Cobre, por el contrario los elementos que presentaron una disminución evidente fueron Fosforo, Calcio y Zinc, otros cambios fueron leves como la Materia orgánica, Nitrógeno, Manganeso, potasio y magnesio, además se representa la disminución del pH.

Las variaciones observadas en el pH del suelo pueden atribuirse principalmente a tres factores:

1. El exceso de lluvias en los últimos años, lo cual causa lixiviación.
2. Uso excesivo de fertilizantes nitrogenado.
3. Monocultivo intenso.

Los niveles de pH disminuyeron en relación con el año 2016 que era de 7.15, que según la clasificación propuesta por (Quintana, Blandon , Flores , Mayorga , & et al., 1992) (Tabla 7) era un suelo Muy ligeramente alcalino actualmente cuenta con un pH de 6.17 lo que lo clasifica en un suelo ligeramente ácido.

De acuerdo con los valores mínimos y máximos óptimos para el cultivo de maní, el registro obtenido se encuentra dentro de dichos rangos de tolerancia, lo que indica que el nivel de pH del suelo continúa siendo adecuado para el desarrollo del cultivo.

Tabla 8 Rangos de pH y su clasificación en Nicaragua

Rango de pH (H ₂ O)	clasificación
< 4.5	Extremadamente ácido
4.6 – 5.2	Muy fuertemente ácido
5.2 – 5.6	Fuertemente ácido
5.6 – 6.2	Medianamente ácido
6.2 – 6.6	Ligeramente ácido
6.6 – 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 – 7.2	Neutro
7.2 – 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 – 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 – 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

Fuente: (Quintana, Blandon , Flores , Mayorga , & et al., 1992)

La disminución de la materia orgánica se debe a la practica continua de monocultivo, la eliminación de residuos de cosecha (pacas) que limita el retorno de biomasa al suelo, el uso excesivo de fertilizantes químicos (no mejoran la calidad del suelo), sobrepastoreo y las condiciones climáticas extremas que intensifican los procesos de erosión.

Tal como se observa en la tabla 7, a pesar de que el nivel de materia orgánica ha bajado un 0.21%, de acuerdo con los niveles críticos de nutrientes en los suelos de Nicaragua (tabla 9) actualmente se encuentra en un nivel alto con 6.24%.

- Macronutrientes principales

Las principales causas de la disminución de nitrógeno (N) y fosforo (p) se relaciona con la lixiviación que provoca la perdida de nutrientes del suelo y la erosión. El nitrógeno también se pierde por volatilización, cuando se aplica Urea a altas temperaturas en el ambiente y en el suelo.

Según la tabla 7 el porcentaje de nitrógeno (N) se redujo un 0.11% y actualmente se encuentra en 0.31% lo que se determina un nivel alto de acuerdo con la tabla 9, lo cual se atribuye a la capacidad del cultivo de maní de fijar nitrógeno atmosférico. Este proceso se ve reflejado en los resultados obtenidos, pese a que el cultivo se desarrolla bajo un sistema de monocultivo.

El maní es una leguminosa que fija su propio nitrógeno, por lo que los niveles de para el cultivo no deben de ser muy altos ni se debe aplicar en exceso, ya que puede estimular el crecimiento vegetativo en lugar de la producción de vainas y semillas.

Por el contrario, el fosforo (P) se encuentra en niveles pobres (tabla 9) con 4.2 partes por millón (ppm) y se encuentra una diferencia significativa con respecto al año 2026 (tabla 7) con 17.14 ppm de variación. Esto puede atribuirse a la habilidad excepcional de las leguminosas para extraer fósforo.

El fosforo es crucial para el desarrollo de raíces, la formación de los nódulos en las raíces y la producción de vainas, por lo que estos niveles demasiado bajos pueden causar retrasos en el crecimiento (crecimiento más lento), un desarrollo deficiente en las raíces y un menor vigor en general, que como resultado da unas vainas y frutos de menor calidad reduciendo la producción final.

Los niveles de potasio se mantienen estables, lo cual podría estar asociado a los aportes realizados por el productor a través de la aplicación de fórmulas fertilizantes. El aumento fue mínimo de 0.02 Meq/100 g lo que mantiene los niveles altos (tabla 9) en 0.44 Meq/100 g.

- Macronutrientes secundarios

A pesar de la alta demanda de Calcio (Ca) por la planta los niveles se mantienen muy elevados en un rango de 10-12 Meq/100 g (tabla 9), sin embargo, hubo una disminución de 1.822 Meq/100 g esto se debe a lixiviación por intensas lluvias, en suelos arenosos principalmente, extracción por el cultivo, acidificación de los suelos y erosión.

Los altos niveles de Ca en el suelo son beneficiosos para el cultivo de maní, ya que promueve la formación de vainas y las semillas, favorece la germinación y previene deformidades y pudrición de las vainas. Este elemento es fundamental para un buen desarrollo del maní, pero un nivel excesivamente alto puede ser perjudicial especialmente por el impacto que puede tener en la absorción de otros micronutrientes.

El Magnesio (Mg) se mantiene debido a que existe un buen balance entre las bases intercambiables y buen manejo de nutrición. El aumento fue de 0.22 Meq /100g lo que lo sigue manteniendo en un nivel alto de acuerdo con la tabla 9.

- Micronutrientes

Los niveles elevados de Hierro (Fe) en la zona de Chichigalpa se ven reflejados en esta unidad de producción con una cantidad actual de 334.25 ppm y un aumento de 182.1 ppm con respecto al año 2016 (tabla 7) esto se clasifica como un nivel alto (tabla 9) por la elevada cantidad de hierro presente.

El Cobre (Cu) aumento de nivel medio con 13.89 ppm en 2016 a niveles altos con 22.29 ppm en 2025 (tabla 9), este no tiene impacto en la nutrición del cultivo maní, se mantiene en niveles aceptables.

Las razones de la disminución del Zinc (Zn) es consecuencia de la extracción continua por el cultivo sin reposición y del uso excesivo de fertilizantes fosfatados (Interfieren la absorción del zinc)

El nivel de zinc actual es de 1.93 ppm con una disminución de 1.74 ppm con respecto al año 2016 (tabla 7) lo que lo clasifica como nivel pobre según la tabla 9.

Por naturaleza el Manganeso (Mn) es deficitario es los suelos de occidente, los niveles se mantienen pobres y deficientes, de acuerdo con la tabla 7 el aumento es mínimo de 0.64 ppm con respecto al año 2016.

El Boro (B) se encuentra en niveles pobre (tabla 9) con 0.16 ppm.

Los niveles de Azufre (S) son pobres con 9.99 ppm (tabla 9) a pesar de ser de origen volcánico el nivel de azufre pueden ser deficientes, la lixiviación es un factor que influye en los bajos niveles debido a que la lluvia puede lavar los sulfatos del suelo, la explotación agrícola y ganadera pueden llevar a la disminución de este nutriente.

El Calcio (Ca), Nitrógeno (N), Fosforo (P) Y potasio (K) son los elementos esenciales que necesita el cultivo de maní para su crecimiento y desarrollo los niveles encontrados de estos elementos actualmente son idóneos para el cultivo, a excepción del fosforo que se encuentra en niveles pobres.

Tabla 9 Niveles críticos de nutrientes en los suelos de Nicaragua

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto	Método
pH		5.5	5.5-6.6	>6.6	En agua, 1:2.5
Materia orgánica	%	<2.0	2.0-4.0	>4.0	Walkley and Black
Nitrógeno (N)	%	<0.07	0.07-0.15	>0.15	Basado en el % de MOS
Fosforo (P)	ppm	<10	10-12	>12	Olsen, 2.5:25
Potasio (K)	Meq/100g	<0.2	0.2-0.3	>0.3	Acetato de amonio 1 N pH 7
Calcio (Ca)	Meq/100g	<2.5	2.5-5.5	>5.5	Acetato de amonio 1 N pH 7
Magnesio (Mg)	Meq/100g	<0.3	0.3-1.0	>1.0	Acetato de amonio 1 N pH 7
Hierro (Fe)	ppm	<10	11-100	>100	Olsen
Cobre (Cu)	ppm	<2	3-20	>20	Olsen
Zinc (Zn)	ppm	<3	3.1-10	>10	Olsen
Manganeso (Mn)	ppm	<5	6-50	>50	Olsen
Azufre (S)	ppm	<20	21-36	>36	Colorimétrico extraído en agua
Boro (B)	ppm	<0.1	0.2-0.5	>0.5	Extracción por agua caliente. Método del doble ácido.

Fuente: (Quintana, Blandon , Flores , Mayorga , & et al., 1992)

4.4.-Tabla comparativa propiedades físicas

Tabla 10 Tabla comparativa propiedades físicas

Tabla comparativa de las propiedades físicas del suelo, Finca El Disparate				
Propiedad	Unidad	Año 2016	Año 2025	Diferencia
Densidad Aparente	g/ml		1,22	
Componentes del suelo				
Arcilla	%	6	9.6	-3.6
Limo	%	28	20.5	7.5
Arena	%	66	69.9	-3.9
Textura	Franco Arenosa			

Fuente: Elaboración propia

La densidad aparente (D_a) se encuentra en un rango medio (tabla 11), con un valor 1.22 g/ml, reflejando una compactación media. Mantiene una porosidad efectiva para la aireación y la infiltración, existe una reducción que puede limitar a cierto grado, el desarrollo radicular y la eficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrientes por el cultivo.

Tabla 11 Clasificación de la densidad aparente en los suelos

Unidad de la (D_a) g/cm ³	Clasificación
<1.0	Muy bajo
1.0 - 1.2	Bajo
1.2 - 1.45	Medio
1.45 - 1.60	Alto
>1.60	Muy Alta

Fuente: (El Cairo, 1995)

Las variaciones registradas en las propiedades físicas del suelo, tales como densidad aparente, textura y estructura, no resultan significativos dentro del intervalo temporal evaluado. Las modificaciones en la estructura y textura tardan muchos años en evidenciar cambios relevantes y se dan generalmente como consecuencia de procesos naturales de gran magnitud, como la erosión severa o movimientos de tierra.

4.4.-Lineamientos de mejora

El análisis de suelo realizado en la unidad de producción Finca El Disparate, así como la comparación con registros previos, evidencia un adecuado contenido de materia orgánica y nutrientes como nitrógeno, potasio, calcio y magnesio. sin embargo, se presentan deficiencias en fósforo, zinc, manganeso, boro y azufre. En cuanto a las propiedades físicas el suelo muestra una densidad aparente media, lo cual indica una compactación moderada.

Con el fin de mejorar las propiedades del suelo y favorecer la productividad, se proponen los siguientes lineamientos.

- Incorporación de rastrojos y enmiendas como gallinaza y granza.
- Implementar rotación de cultivos, alternando con gramíneas cada 3 a 4 años, con el fin de mantener la fertilidad y reducir la extracción continua de nutrientes.
- Fortalecer las barreras vivas como medida de conservación del suelo, con el objetivo de minimizar la erosión eólica y preservar las propiedades físicas del terreno.
- Realizar análisis de suelo de manera periódica, preferiblemente anual o como máximo cada 3 años, para orientar recomendaciones nutricionales precisas y oportunas.
- Corregir el exceso de hierro mediante la aplicación de fórmulas fertilizantes ricas en magnesio, potasio y calcio, favoreciendo el balance nutricional y evitando impactos negativos en el cultivo.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este estudio permitió determinar que los suelos de la unidad de producción presentan un contenido adecuado de materia orgánica y nutrientes esenciales para el cultivo de maní como nitrógeno, potasio y calcio.

Sin embargo, propiedades como el fosforo, manganeso y zinc, nutrientes indispensables para asegurar un rendimiento óptimo y sostenible en el tiempo, presentaron diferencias significativas con respecto al análisis 2016 y están relacionadas con la extracción que realiza el cultivo por el uso continuo. La comparación con registros previos reflejó que ha ocurrido cierto deterioro en las propiedades químicas, lo que confirma la necesidad de implementar prácticas de manejo más sostenibles.

Se demostró que hay una buena disponibilidad de nutrientes más sin embargo el deterioro es notable, aunque los niveles en su mayoría se siguen manteniendo altos. Los cambios en las propiedades físicas no son significativos para los resultados del estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos este estudio coincide con el antecedente realizado en Colombia por Torrez, González y Castellano en el 2024 con el título “Impacto de las diferentes prácticas agrícolas sobre las características fisicoquímicas del suelo: un análisis crítico”, ya que evidencia un cierto deterioro en las propiedades químicas del suelo. Aunque se mantiene un adecuado contenido de materia orgánica y nutrientes, estos también han reducido sus niveles mediante el sistema de monocultivo y se presentan deficiencias significativas en fosforo, zinc, boro y azufre.

Estos resultados confirman que el monocultivo y manejo agrícola continuo pueden influir en la degradación del suelo. No obstante, el deterioro observado en la finca El Disparate es menos severo que el descrito en este antecedente, lo que sugiere que factores locales y prácticas de manejo específicas pueden mitigar parcialmente los efectos negativos sobre las propiedades del suelo.

Se concluye que el monocultivo prolongado, sin una reposición adecuada de nutrientes, es una de las principales causas de la disminución en la fertilidad del suelo y por ende repercute negativamente en la productividad agrícola.

5.1.-Futuras líneas de investigación

- Efecto de la rotación de cultivo de maní y arroz sobre el suelo.
- Deterioro del suelo bajo un sistema de cultivo intensivo de gramíneas.
- Análisis de las propiedades biológicas del suelo bajo un sistema de monocultivo.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar análisis de suelo de manera periódica, para ajustar los planes de manejo en función a la evolución de las propiedades del suelo, principalmente en sistemas intensivos como el monocultivo.
- Implementar un sistema de rotación de cultivos que permita diversificar el uso del suelo y evitar el desgaste acelerado de la fertilidad del suelo ocasionado por el monocultivo prolongado.
- Se insta a impulsar capacitaciones a los productores en prácticas agrícolas sostenibles, uso racional de fertilizantes y estrategias de conservación de suelos, con el fin de garantizar la productividad y sostenibilidad del cultivo de maní en la región.
- Así mismo promover las investigaciones en el área de conservación de suelos, realizando estudios comparativos que permitan evaluar a largo plazo los distintos sistemas de cultivo solo la fertilidad y productividad agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (2014). Obtenido de <https://www.ipsa.gob.ni/ACERCA-DE-IPSA>
- (2025). Obtenido de <https://eos.com/es/blog/monocultivo/>
- (2025). Obtenido de <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=3785>
- Acevedo, D. (2016). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322016000300065&script=sci_arttext
- Arceda, E., & Salmerón, G. (2014). *Repositorio UNAN*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6995/1/6530.pdf>
- Benavides, S., & Centeno, M. (2014). *RiUNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1989>
- Capasso, J. (2020). *IFAS*. Obtenido de <https://blogs.ifas.ufl.edu/columbiaco/2020/04/06/peanut-soil-management/>
- Castro, A., & Requene, G. (2015). *REICE*. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/reice.v3i5.2027>
- Cherlinka, V. (2022). *EOS DATA ANALYTICS*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/rotacion-de-cultivos/>
- DELNO, U. T. (SF). *OAS.org*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea17s/ch32.htm#:~:text=Los%20mejores%20suelos%20para%20el,en%20un%20metro%20de%20profundidad.>
- Diama, L. (SF). *Laboratorios Diama*. Obtenido de <https://www.laboratoriosdiama.com/como-realizar-un-analisis-de-suelo-en-laboratorio/>
- digital, E. 1. (2025). *El 19 digital*. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/158257-asi-avanza-la-siembra-de-mani-ciclo-2024-2025-en-nicaragua>
- El Cairo, P. (1995). Obtenido de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.010164>
- FAO. (SF). *FAO.org*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- Fernandez, E., & Giayetto, O. (2017). *El cultivo de maní en Cordoba* (Vol. 2). StudioQ.

- Gomez, N., Moreno, O., Paredes, E., Hernandez , A., & et al. (2016). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/man-arachis-hypogaea/61559288#1>
- Guido, L. (2005). *UNSE*. Obtenido de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-12%20Lorenz.pdf>
- Gutiérrez, B. (2016). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/314701615/Mani>
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Horton Maurice. (2025). Obtenido de <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/factsheets/soil-testing-procedures-northeastern-US/>
- INTAGRI. (2017). *intagri.com*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- Jimenez, S. (SF). *Agrotendencia*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agricultura/cultivos/cultivo-de-mani-ciclo-cosecha-plagas-y-enfermedades/>
- Kogut, P. (2021). *EOS DATA ANALYTICS*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/monocultivo/>
- Lotero, J., & Rodríguez, R. (1968). *AGROSAVIA*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/23374>
- MAG. (2022). *Ministerio Agropecuario*. Obtenido de <https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=57:produccion-nacional-mani-incremento&catid=11>
- MAG. (2024). *Ministerio agropecuario*. Obtenido de <https://mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=337:produccion-nacional-de-mani-alcanza-4-3-millones-de-quintales-durante-el-ciclo-2024-2025&catid=11>
- Mendoza, A. A. (2014). *Repositorio UNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3159>
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). *Repositorio UNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Mercado, J. (2019). Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3927>

- Mercado, J. (2019). *Repositorio UNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3927/1/tnq03m553.pdf>
- MIFIC. (2008). *CENIDA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE71N583p.pdf>
- Novillo Espinoza, I. D., Carrillo Zenteno, M. D., Cargua Chavez, J. E., Albán Solarte, K. E., Morales Intriago, F. L., & et al. (2018). *biblat*. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Temasagrarios/2018/vol23/no2/7.pdf>
- Pacheco, G. (2021). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/8993b4ed-ef89-42fb-8b08-4f034b4c6113/download>
- Quintana, O., B. J., F. A., M. E., & et al. (1992). *SIIDCA*. Obtenido de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.013705>
- Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., Ojeda Lopez, R. N., & et al. (2022). *Scielo*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tcg/v7n20/2448-6388-tcg-7-20-189.pdf>
- Reyes, O. (2010). Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/893/1/217579.pdf>
- Torres et al. (2024). *Revista ambiental: Agua, aire y suelo*. Obtenido de <https://doi.org/10.24054/raaas.v15i1.2916>
- Wildenborg, A. (2025). *SOIL HEALTH*. Obtenido de <https://soilhealthnexus.org/resources/soil-properties/soil-chemical-properties/>

ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades

Cronograma de actividades		
Actividad	Fecha	Responsable
Convocatoria al curso de tesis	17 de junio de 2025	Coordinación académica
Taller de desarrollo metodológico (MSc. Constantino Portocarrero)	22 de junio de 2025	Docente asesor
Inicio de capítulo I	Semana 3	Investigador
Desarrollo del capítulo II	Semana 4	Investigador
Redacción del capítulo III	Semana 5	Investigador
Construcción de los aspectos administrativos	Semana 6	Investigador
Revisión y Ajustes de protocolo	Semana 7	Investigador
Análisis de los resultados capítulo IV	Semana 8 y 9	Investigador
Recolección de la muestra de suelo	11 de agosto de 2025	Investigador
Elaboración del capítulo V:	Semana 10	investigador
Redacción del capítulo VI:	Semana 11	investigador
Observaciones para mejora	Semana 12	Tutor
Periodo de mejora	5 de octubre al 10 de noviembre de 2025	Investigador
Defensa final	15 de noviembre de 2025	Investigador

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Presupuesto

Presupuesto		
Actividades	Descripción	Costo C\$
Curso de culminación	Pago de aranceles	C\$ 20,622.00
Costos de campo	Transporte a la finca	C\$ 500.00
	Herramientas de muestreo (balde, machete, pala, bolsa, crayón)	C\$ 820.00
Costos de laboratorio	Análisis fisicoquímico	C\$ 1,825.00
Redacción y datos	Licencia de Office	C\$ 730.00
	Encuadernado	C\$ 500.00
Otros gastos	Transporte a la universidad (1 vez a la semana x 2.5 meses = 10 visitas)	C\$ 5,000.00
	Presentación final	C\$ 700.00
	Internet, energía y papelería	C\$ 1,900.00
	Gastos imprevistos	C\$ 320.00
TOTAL		C\$ 32,917.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Guía de observación

Guía de Observación para Diagnóstico de Finca

1. Datos generales

Nombre de la finca:	
Propietario o responsable:	
Ubicación:	
Extensión total (mz / ha):	
Fecha de la visita:	

2. Aspectos físicos y ambientales

Elemento a observar	Aspectos a registrar	Observaciones
Clima	Temperatura Lluvias Vientos predominantes	
Suelo	Textura Color Erosión Piedras Humedad	
Agua	Fuentes disponibles, Calidad Cantidad Infraestructura de riego	

Cobertura vegetal	Arboles de sombra Cercas vivas Vegetación natural Áreas deforestadas	
-------------------	---	--

3. Aspectos productivos

Elemento a observar	Aspectos a registrar	Observaciones
Cultivos principales	Tipo Extensión sembrada Estado fitosanitario Rendimiento	
Cultivos secundarios	Diversificación Asociación de cultivos	
Manejo agronómico	Fertilización Control de plagas Rotación o monocultivo	
Ganadería	Especies Número de animales Alimentación Sanidad	
Tecnología infraestructura	Maquinaria Herramientas Bodegas Corrales	

4. Aspectos socioeconómicos

Elemento a observar	Aspectos a registrar	Observaciones
Mano de obra	Trabajo familiar o contratado Cantidad de trabajadores	
Comercialización	Mercado local Intermediarios Contratos Precios	
Acceso a asistencia técnica	Instituciones Técnicos Proveedores de insumos	
Costos y beneficios	Técnicos Gastos de insumos Ingresos de la producción	

5. Identificación de problemas y oportunidades

Problemas observados: Enfermedad del rayo

Oportunidades identificadas: Mejorar bioestimulación y Nutrición

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 Área de puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Punto de muestreo



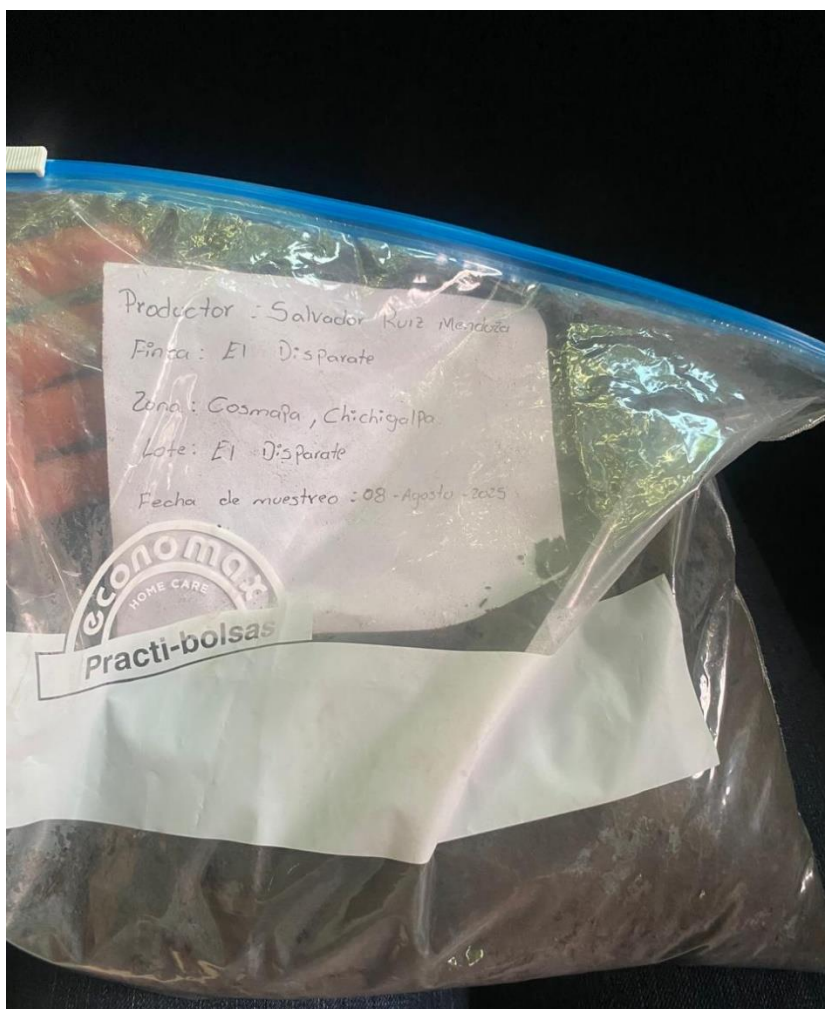
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6 Recolección de submuestra



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7 Muestra



Fuente: Elaboración propia