



# **UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN-RECINTO NUEVA GUINEA**

**Monografía**

**Manejo y caracterización de suelos agrícolas de Comarca  
Los Pintos, Nueva Guinea, 2021**

**Para optar al título de: Ingeniería Agroforestal**

**Autores:** Br. Jesmer Antonio Aragón  
Br Ervin José Téllez Ríos

**Tutor:** MSc. José Juan Aguilar Meneses

Nueva Guinea, Febrero de 2022



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS  
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE  
URACCAN-RECINTO NUEVA GUINEA**

**Monografía**

**Manejo y caracterización de suelos agrícolas de Comarca  
Los Pintos, Nueva Guinea, 2021**

**Para optar al título de: Ingeniería Agroforestal**

**Autores:** Br.Jesmer Antonio Aragón  
Br Ervin José Téllez Ríos

**Tutor:** MSc. José Juan Aguilar Meneses

Nueva Guinea, Febrero de 2022

## DEDICATORIA

**A Dios;** por habernos dado sabiduría y salud, y permitimos llegar hasta dónde estamos y así haber caducado una meta más en nuestra vida, además por su infinita bondad y amor.

**A Nuestros padres;** María Esperanza Ríos, Olga María Aragón Miranda; por ser nuestros pilares fundamentales en todo lo que somos, por proporcionarnos su ayuda económica para nuestra educación; por instruirnos en valores, por ser incondicionales y darnos su apoyo todo el tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por ser nuestro guía, por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda nuestra vida.

A nuestra familia por ser una fuente de apoyo incondicional en toda nuestra vida y más aún en nuestros duros años de carrera profesional y en especial a María Esperanza Ríos, Olga María Aragón Miranda que sin su ayuda sería imposible culminar con nuestra carrera profesional.

A la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense, (URACCAN) en el Área de Recursos Naturales y Medio Ambiente, porque nos formaron para un futuro como ingenieros Agroforestales. De igual manera a todos nuestros profesores que de una u otra forma estuvieron involucrados en nuestro aprendizaje; por tenernos paciencia y brindarnos sus conocimientos para poder llegar a ser un profesional.

A nuestro tutor de monografía, Ing. José Juan Aguilar Meneses por brindarnos sus conocimientos, orientaciones, sus motivaciones, paciencia, dedicación y esfuerzo las cuales han sido fundamental para nuestra formación como investigadores.

A CISA EXPORTADORA por confiar en nosotros a facilitarnos información que nos ayudó en nuestra investigación de culminación de estudios.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
	2.1 Objetivo general.....	3
	2.2 Objetivos específicos.....	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	4
	3.1 Definición de suelo.....	4
	3.2 Definición de manejo de suelo.....	4
	3.3 Importancia de suelos en áreas agrícolas.....	4
	3.4 Uso actual del suelo.....	5
	3.5 Fertilización del suelo.....	5
	3.6 Componentes del suelo.....	6
	3.7 Perfil de suelo.....	7
	3.8. Características físicas del suelo.....	8
	3.9 Propiedades químicas del suelo.....	11
	3.10 Características biológicas de suelo.....	13
	3.11 Clasificación agrícola de suelos.....	14
	3.12 Prácticas de conservación de suelo.....	15
IV.	METODOLOGÍA.....	18
	4.1 Ubicación del estudio.....	18
	4.2 Enfoque de la investigación.....	18
	4.3 Tipo de investigación.....	19
	4.4 Población.....	19
	4.5 Muestra y muestreo.....	19
	4.5.1 Análisis químico del suelo.....	19
	4.5.2 Análisis físico del suelo.....	20
	4.5.3 Análisis biológico del suelo.....	22
	4.6 Técnicas.....	23
	4.7 Variables.....	23
	4.8 Procesamiento y análisis de la información.....	25
	4.9 Materiales utilizados.....	25

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1 Uso de suelo agrícola, comarca los Pintos .....	26
5.1.1 Distribución de las áreas por finca .....	26
5.1.2 Distribución de las áreas de cultivos .....	27
5.2 Propiedades físicas de los suelos .....	28
5.2.1 Profundidad del suelo.....	29
5.2.2 Textura del suelo .....	29
5.2.3 Estructura del suelo.....	30
5.2.4 Densidad Aparente.....	31
5.2.5 Densidad real.....	32
5.2.6 Capacidad de infiltración .....	32
5.2.7 Porosidad.....	33
5.2.8 Pendiente.....	33
5.2.9 Color .....	34
5.3. Características químicas de los suelos .....	35
5.3.1 PH en el suelo .....	35
5.3.2 Materia Orgánica .....	36
5.3.3 Macro nutrientes primarios en el suelo .....	36
5.3.4 Macronutrientes secundarios en el suelo.....	37
5.3.5 Micronutrientes en el suelo .....	39
5.3.6 Bases Intercambiables .....	41
5.3.7 Análisis biológico del suelo .....	42
5.4 Prácticas locales de uso y manejo de suelos.....	43
5.4.1 Uso y rotación del suelo .....	43
5.4.2 Uso de fertilizantes en la producción agrícola .....	43
5.4.3 Uso de enmiendas en la producción agrícola .....	44
5.4.4 Utilización de técnicas de rotación de cultivos.....	45
5.4.5 Utilización de técnicas de asocio de cultivos .....	46
5.4.6 Obras de conservación de suelo en cultivos.....	47
5.4.7 Asistencia técnica.....	47
5.4.8 Condiciones para manejar el suelo .....	48

VI.	CONCLUSIONES.....	49
VII.	RECOMENDACIONES .....	50
VIII.	LISTA DE REFERENCIAS.....	51
IX.	ANEXOS.....	56
	9.1 Instrumentos a aplicados en la investigación (Guía de encuesta) aplicada a productores .....	56
	9.2 Aval del tutor .....	60
	9.3 Análisis químico de suelo .....	61

### Índice de tablas

Orden	Título de las tablas	Pag.
1.	Clases de uso del suelo según Holdridge	16
2.	Índices para determinación de biodiversidad en suelos	24
3.	Operacionalización de las variables	25
4.	Localización y áreas de las fincas	28
5.	Distribución de los cultivos por fincas	30
6.	Perfil representativo del suelo	31
7.	Textura de suelos Los Pintos	32
8.	Densidad aparente	34
9.	Color del suelo	37
10.	Complejo de cambio	44
11.	Macro y micro fauna del suelo	44
12.	Tipo de uso de suelo	45
13.	Uso y tipo de fertilizantes	46
14.	Tipos de enmiendas en los cultivos	47
15.	Rotación de cultivos	48
16.	Cultivos asociados	49
17.	Obras de conservación de suelos	50
18.	Condiciones para mejorar suelos	51

### Índice de figuras

Orden	Título de las figuras	Pag.
1.	Distribución de los cultivos en las fincas	29
2.	Uso de abono orgánico	48

## Resumen

El propósito de este estudio fue describir el manejo y características de suelos, que nos permita conocer el estado actual de los suelos de comarca Los Pintos, ubicada en la microcuenca del Río Plata, municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur. La metodología consistió en la realizaron muestreos de suelo en parcelas de diferentes usos en 10 fincas, midiendo indicadores de compactación, propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, factores de manejo y niveles de degradación.

Los resultados indican que existen suelos sometidos altamente a la producción agrícola, los cuales en su mayoría presentan horizontes profundos que van desde 100 a 150 cm, y en base a análisis de laboratorio se conoce que contiene niveles altos de materia orgánica hasta de 2.8%, la mayoría de los suelos presentan características de compactación baja. El nivel de nitrógeno disponible es muy alto 1.983 mg/kg, el fósforo, potasio, magnesio, calcio y sodio son muy bajos, la capacidad de intercambio de los macro elementos del suelo es muy baja y son suelos ácidos con ph de 4.18, de coloración rojiza. Los micronutrientes, Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu) presentan niveles altos. El Boro (B) y Zinc (Zn) de niveles bajos. La densidad aparente ( $D_a$ ) es 1.05 gr/cm<sup>3</sup> considerada media, densidad real ( $D_r$ ) de 2.55 gr/cm<sup>3</sup> considerada media y porosidad del suelo de 67% considerada alta y amplio, capacidad de infiltración de 11.5 mm/hora, considerada como lenta, producto del sobre uso de agroquímicos la abundancia y diversidad de macro y micro fauna del suelo es baja con predominancia de algunas especies.

Las propiedades químicas de los suelos presentan deficiencias significativas, aunque presentan altos contenidos de materia orgánica. Es recomendable mantener y potenciar algunos cultivos adaptables (piña, frijol, maíz, arroz, yuca, cítricos), por su tolerancia a la acidez del suelo y por sus bajos requerimientos nutricionales.

Palabras Clave: Compactación, densidad aparente, perfil de suelo, materia orgánica, capacidad de intercambio, acidez, suelo.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción agrícola es la actividad fundamental en el municipio de Nueva Guinea, junto con la ganadería cumplen un papel importante en la estabilidad económica de las familias dedicadas a este arduo trabajo. La mayoría de los pobladores destinan la mayor parte de sus terrenos a producir diferentes cultivos en los cuales se destacan los granos básicos, raíces y tubérculos, también rubros como el café y piña.

Referente a los usos del suelo, en un estudio realizado en Nueva Guinea se refleja que el 12% del territorio está cubierto de vegetación boscosa densa, un 24% de áreas de cultivos de ciclo corto, 51% de áreas de pasto, y un 13% de tacotales o bosques secundarios poco densos (Obando, 1992).

Nueva Guinea es un municipio que se caracteriza por ser ampliamente productivo, esto a la vez se ha convertido en una problemática, pues ha ocasionado degradación de suelos, dado que estos son de vocación forestal, sin embargo, la agricultura es una actividad importante en la dinámica económica del municipio.

Para que la agricultura pueda desarrollarse de una manera que satisfaga las necesidades de los productores sin comprometer los recursos disponibles, es necesario tener conocimientos previos del manejo de suelos en áreas agrícolas y así mismo se le pueden dar las condiciones necesarias para que los cultivos puedan crecer sanos y saludables. Adicionalmente conocer otros factores sobre la dinámica del suelo, que ayuden a determinar un buen manejo es clave para una posible toma de decisiones.

La presente investigación se justifica en que permita generar conocimientos sobre el manejo que hacen las y los productores en los suelos dedicados a la producción agrícola, sus características físicas, químicas y biológicas de dichos suelos.

Obteniendo la imagen integral de como los productores agrícolas perciben el recurso suelo como un elemento clave en los sistemas de producción.

Esta investigación está relacionada con el programa de CONYCIT 2021 (Consejo Nicaragüense de Ciencia y tecnología) que impulsa el gobierno de Nicaragua y con el PNDH para la Costa Caribe Nicaragüense donde se señala que según la potencialidad de los suelos, se implementará el diseño de modelos participativos de producción con tecnología adecuada, con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria en zonas de gran vulnerabilidad a causa de las condiciones agroclimáticas y enfrentar las amenazas del cambio climático.

Con los resultados de la investigación se beneficia a productores de comarca Los Pintos y sectores aledaños al tener información clara sobre la situación de los suelos, haciendo uso de datos y obtener mejores resultados productivos de sus cultivos. También se beneficia a estudiantes universitarios, docentes que podrán integrar los resultados a sus asignaturas, investigadores, técnicos, extensionistas, instancias del estado relacionados con el sector productivo, entre otros.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Describir el manejo y las características de los suelos agrícolas de comarca Los Pintos–Nueva Guinea, 2021

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar los factores que influyen en el manejo de los suelos en sistemas agrícolas de comarca los pintos.
- Identificar las características (físicas químicas y biológicas) de los suelos agrícolas de comarca los pintos.
- Proponer alternativas para un manejo adecuado de suelos agrícolas.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Definición de suelo**

Es la capa superior de la tierra en donde se desarrollan las raíces de las plantas, esta capa es un gran depósito de agua y alimentos del que las plantas toman las cantidades necesarias para crecer y producir cosechas. El suelo se considera un ser vivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

El suelo capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], 2015)

#### **3.2 Definición de manejo de suelo**

El suelo es un sistema natural de gran complejidad en términos de los procesos físicos, químicos y biológicos. Estos procesos mantienen la vida de otros ecosistemas, los ciclos de nutrientes y ciclos del agua y, por lo tanto, favorecen la sobrevivencia humana. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2016)

#### **3.3 Importancia de suelos en áreas agrícolas**

El suelo es un componente importante de los sistemas de producción que puede contribuir a mejorar la calidad y productividad agropecuaria y su asociación con el cambio climático. Los sistemas de producción actuales se ven limitados para atender las necesidades de alimento de la población creciente y a la vez mitigar los efectos del cambio climático. Por ello es necesario promover sistemas agropecuarios que sean polifuncionales, es decir, sistemas más productivos y diversos, que permitan mejorar las condiciones del suelo y la eficiencia de utilización

de los nutrientes y el agua, de manera que favorezcan los servicios ecosistémicos y coadyuven a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O. De esta forma, se aumenta la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos al cambio climático (IICA, 2017).

### **3.4 Uso actual del suelo**

El uso actual de la tierra son todas aquellas actividades agropecuarias que se dan en el presente y que han sido producto de las relaciones históricas del hombre con su medio. El uso potencial es el mejor uso que se le podría dar a la tierra, con base a sus características naturales sin perjudicar su uso sostenido (Vargas, 1992).

### **3.5 Fertilización del suelo**

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Esta publicación trata solamente los nutrientes absorbidos del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales (Asociación internacional de industria de los fertilizantes [IFA], 2002).

La combinación de abono orgánico/ materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico /la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan (IFA, 2002).

### **3.6 Componentes del suelo**

El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto, así mismo el suelo tiene cuatro grupos de componentes materia mineral, materia orgánica, agua y aire (INIA, 2015).

#### **Agua y aire**

El aire no es sólido o líquido, sino una combinación de elementos gaseosos que se encuentran naturalmente en la atmósfera terrestre. En el suelo, las bolsas de aire permiten que el agua pase a través del mismo y a través de las plantas que crecen por encima y por debajo de la línea del suelo (INIA, 2015).

El agua es una parte esencial del suelo, las plantas no pueden sobrevivir sin ella. Algunos suelos, como los arcillosos, retienen el agua mucho mejor que los otros tipos de suelos. Cuando el agua permanece en el suelo en lugar de pasar a través de él fácilmente, el suelo se vuelve más denso. Algunas plantas no pueden crecer en suelos pesados, arcillosos y ricos en humedad (INIA, 2015).

#### **Minerales**

Los nutrimentos minerales esenciales para las plantas son aquellos, necesarios para la ocurrencia de un ciclo de vida completo, involucrando en funciones metabólicas o estructurales en las cuales no pueden ser sustituidos y cuya deficiencia se asocia a síntomas específicos, dentro de los esenciales incluye C, H, O, N y S principales constituyentes de la materia orgánica, P, B y Si ( esterificados con alcoholes en las plantas), K, Na, Mg, Ca, y Cl (absorbidos como iones de la solución del suelo). Fe, Cu, y Mo absorbidos como iones quelatos (Gutiérrez, 1997)

## **Materiales orgánicos y biológicos.**

Este factor actúa como una variable dependiente e independiente al mismo tiempo. Actúa como variable independiente, por ejemplo, cuando contribuye con el aporte de materia orgánica al suelo, suministrando residuos orgánicos tales como ramas, hojas, semillas, frutos, etc (Sanzano, 2019).

La acumulación de materia orgánica, la descomposición biológica de la misma, el reciclaje de nutrientes y la estabilidad de la estructura son ejemplos de la actividad de los organismos presentes en el suelo. La vegetación también actúa como agente protector del impacto de la gota de lluvia, reduce la velocidad de escurrimiento y la erosión, y hace más lenta la remoción de los minerales desde la superficie hacia las capas inferiores del subsuelo (Sanzano, 2019).

### **3.7 Perfil de suelo**

En condiciones naturales los suelos correctamente desarrollados presentan tres horizontes principales denominados con letras A, B y C. El horizonte A es el más importante desde el punto de vista productivo pues en él se alcanza el máximo desarrollo de actividad biológica (presencia de microorganismos y pequeños animales); es el que presenta el contenido más elevado en el perfil de materia orgánica, elemento altamente responsable del potencial productivo de un suelo (INIA, 2015).

El horizonte B es una capa de acumulación generalmente enriquecida de arcillas y sales provenientes de infiltración de agua en el perfil, característica muy relevante para definir el potencial productivo de un suelo. El horizonte C se compone de material mineral formado por la descomposición de las rocas; incorpora paulatinamente materia orgánica que con el transcurso de muchísimos años permitirá la formación del suelo (INIA, 2015).

### **3.8. Características físicas del suelo**

#### **Textura (clases texturales)**

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades (FAO, citado por García y Sequeira, 2017).

Según el Instituto Nacional Tecnológico INATEC (2016), describe que las partículas primarias de arena, limo y arcilla, es donde presenta cada una de ellas las clases texturales. En el suelo estas partículas se encuentran en distintas proporciones, debido a que en el existen distintas clases de textura, lo que le confiere características determinadas, es decir, que la textura o composición mecánica se refiere al tamaño de las partículas.

De acuerdo con lo anterior, los suelos pueden clasificarse en: arenosos, limosos, dependiendo del grupo de partículas que predominan en ellos. Los suelos que contienen arena, limo y arcilla, se llaman suelos francos. Los suelos intermedios se llaman, por ejemplo, franco arcilloso, franco arenoso, o franco limoso (INATEC, 2016).

Para determinar la textura del suelo conociendo los porcentajes de cada partícula, se puede usar el triángulo textural.

Este es un triángulo equilátero, un lado del triángulo corresponde a la arcilla, el otro al limo, el tercero a la arena. Cada uno de sus lados se encuentra graduado de 10 en 10 y va de 0 a 100, y sobre la retícula se transporta la cantidad del elemento que representa (Acuña citado por García, Sequeira, 2017).

- **Estructura física de suelo**

La estructura de un suelo es el modo que tienen los elementos constituyentes del suelo de unirse entre sí, de tal forma que le confieren una arquitectura característica. Se entiende por estabilidad estructural la resistencia de los agregados a modificar su forma o su tamaño por la acción de factores externos. Son numerosos los factores degradadores de la estructura, pero el más importante es el agua, ya que ocasiona los efectos de dispersión (Información Técnica Agrícola [INFOAGRO], 2017).

- **Densidad del suelo**

La densidad se refiere al peso seco en gramos de materiales sólidos dentro de un volumen definido. Como el suelo está constituido por partículas que difieren en tamaño y forma, e incluyen espacios porosos entre las partículas, las relaciones de masa por volumen originan dos conceptos. Densidad aparente y densidad real o de partículas (Núñez, 1981).

Núñez. (1981) define como densidad aparente, a la relación peso del suelo seco al horno, a 105°C por 24 horas/volumen total de la muestra de suelo incluyendo el espacio poroso, y la densidad real o de partículas a la relación: peso de suelo seco por unidad de volumen sin incluir el espacio poroso.

Ambas se expresan en  $\text{gr/cm}^3$  y tienen un ámbito normal de valores que es influenciado por el tipo de material parental que dio origen al suelo, el contenido de materia orgánica, la presencia de ciertos minerales primarios en la muestra, el grado de compactación y parcialmente por la clase textural (Núñez, 1981).

- **Porosidad de suelo**

La porosidad representa el volumen total de poros. La capacidad de almacenamiento y movimiento del agua, ya sea en el suelo ó en la relación agua - suelo - planta, la tasa de difusión de los gases del suelo y el crecimiento radicular, resultan no solo de este volumen total, sino también de la distribución por tamaño de estos poros (Universidad Nacional de la Plata [UNLP], 2019).

- **Humedad del suelo**

Los suelos contienen diferente cantidad de agua dependiendo de su textura y estructura. El límite superior de almacenamiento de agua se denomina con frecuencia “capacidad de campo” (CC), mientras que el límite inferior se denomina “punto de marchitamiento permanente” (PMP). Después de un evento de lluvia o de riego que satura el suelo, hay un rápido movimiento descendente (drenaje) de una parte del agua del suelo debido a la fuerza de gravedad. Durante el proceso de drenaje, la humedad del suelo disminuye continuamente (Zotarelli, Dukes & Morgan, 2013, p1).

- **Color del suelo**

Es una de las características que guarda relación directa con la temperatura, la dinámica de los elementos y la movilidad del agua en el suelo. el contenido de materia orgánica. la cantidad de organismos, la evolución de los suelos etc. A simple vista se pueden deducir diferentes procesos y fenómenos que han ocurrido en el suelo a través del tiempo y en épocas actuales (Ramírez, 1997)

- **Relieve del suelo**

Se describe en términos de elevaciones relativas, pendientes y posiciones en el paisaje de pequeñas áreas que pueden causar fuertes variaciones en los suelos

que se encuentran dentro de la misma. La topografía es determinante para la precipitación efectiva ya que influye fuertemente en la relación infiltración-escurrimiento. También determina la magnitud de la influencia de la capa freática en la génesis del suelo. El relieve se relaciona con varias propiedades del suelo, tales como la profundidad y espesor del horizonte A y B del régimen hídrico (Sanzano, 2019).

### **3.9 Propiedades químicas del suelo**

Las propiedades químicas son de mucha importancia, ya que son la encargada de la nutrición de las plantas.

#### **pH del suelo**

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad, por lo general se considera como una propiedad muy importante ya que tiende a estar correlacionado con otras propiedades, tales como el grado de saturación de base.

El pH, tiene un rango que va de 1 a 14 pH, los suelos con mejor rango para la agricultura están entre los 5.5 y 6.5 pH, para bosques se puede usar desde 3 hasta 8 pH, algunas plantas no resisten ambientes con muchas sales o pH mayores de 8, como los cítricos, sin embargo las palmeras como cocos son tolerantes (Watler y Thompson, 2002 citado por Avilés y Mendoza, 2005)

#### **Materia orgánica de los suelos**

Según la recomendación de la Soil Science of América, la materia orgánica la define como: "Fracción orgánica del suelo que incluye residuo vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes de suelo" (Fasbender et al., 1987).

La materia orgánica del suelo tiene muchas funciones importantes, ayuda a unir entre sí las partículas finas para formar unidades estructurales (agregados del suelo), mejora la aireación del suelo y la percolación y el movimiento descendente del agua, los ácidos orgánicos, que son productos de la descomposición de la materia orgánica del suelo, solubilizan el fósforo y otros nutrientes del suelo, y los hacen asimilable para los cultivos (FAO, 2015).

### **Macronutrientes en el suelo**

Según el laboratorio de análisis de suelos agrícolas FERTIBOX (2020), Los macronutrientes se pueden definir como los elementos necesarios en grandes cantidades para asegurar el crecimiento y la supervivencia de las plantas. Es importante afirmar que la presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no asegura por sí misma la correcta nutrición de las plantas, ya que estos elementos se tienen que encontrar en una forma asimilable los cultivos y haya un correcto desarrollo de esta.

Dentro de ellos, existen dos grupos: elementos primarios (N, P, y K) y secundarios (Ca, Mg y S).

### **Micronutrientes del suelo**

Aunque se encuentran presentes en nuestros suelos en cantidades muy pequeñas son elementos nutritivos necesarios para el desarrollo y crecimiento vegetal (FERTIBOX, 2020).

Desempeñan un papel complejo en el sistema suelo asociado con otros procesos fundamentales en el que intervienen otros nutrientes. Los principales micronutrientes son el Cu, Mn y Zn, indispensables para las plantas y para los animales en baja concentración, ya que si alcanzan determinados niveles pueden resultar tóxicos para ambos, por lo que su falta en los suelos conlleva a una carencia

mientras que su exceso a una toxicidad. Su carencia puede ser un factor limitante para el crecimiento y/o desarrollo de las plantas (FERTIBOX, 2020).

Además, su disponibilidad va a depender de un factor muy importante como es el pH que va a modificar su comportamiento en el suelo en función de su solubilidad, adsorción e inmovilidad. Se diferencian con los macronutrientes en la proporción que necesita la planta de ellos ya que en el caso de los micronutrientes es mucho menor (FERTIBOX, 2020).

### **3.10 Características biológicas de suelo**

#### **Microfauna**

Son los organismos con un ancho de cuerpo menor a 100 micras. Comprende los invertebrados (Protozoo, Nematodo y Rotífera) que viven en el agua libre y películas de agua que recubren las partículas del suelo. El movimiento de estos organismos depende de la textura del suelo, de la disponibilidad de poros y de la distribución del agua. Debido a su pequeño tamaño tienen habilidad limitada para modificar directamente la estructura del suelo y poca capacidad para desarrollar mutualismos significativos (INIA, 2015).

#### **Macrofauna**

Es el grupo de organismos de mayor tamaño, entre 2 y 20 mm. Lo integran formícido, isópodos, isóptero, quilópodos, diplopodos, insectos, oligoquetos y moluscos. Operan en escalas de tiempo y espacio mucho más grandes que los grupos anteriores. La mayoría de ellos tienen un ciclo biológico largo, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión, así como baja tasa reproductiva. Los hábitos de alimentación varían considerablemente dentro y entre grupos: fitófagos, detritívoros, depredadores y geófagos, entre otros. Estos grandes invertebrados se mueven libremente, pueden cavar el suelo y crear grandes poros (INIA, 2015).

### 3.11 Clasificación agrícola de suelos

Se han clasificado los suelos por su capacidad para ser usados o no en actividades agrícolas y pecuarias, hay 8 clases definidas que se enumeran con romanos del I al VIII, de la clase V a la VIII son suelos no cultivables o agrícolas, presento una síntesis de cada clase (INATEC, 2016).

Tabla 1. *Clases de uso del suelo según Holdridge*

<b>Clase</b>	<b>Características (limitantes), usos</b>
Clase I	Suelos con pocas limitantes para su uso agrícola.
Clase II	Requieren prácticas de conservación moderadas, o tienen limitantes que reducen la elección de los cultivos.
Clase III	Tienen severas limitantes que reducen la elección de los cultivos o requiere practicas especiales de conservación o ambos.
Clase IV	Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos, requieren prácticas de conservación y de manejo muy cuidadoso de ambos.
Clase V	Suelos con limitantes que no se pueden remover como pedregosidad excesiva o mala condición de drenaje y que limita su uso a pastos o bosques o ambos (en la práctica esta clase se aplica a suelos muy mal drenados o sujetos a inundaciones frecuentes por lo que se le ha llamado una clase especial).
Clase VI	Tiene limitantes severas que los hacen inadecuados para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.
Clase VII	Las limitantes se incrementan, siendo no aptos para cultivos y con uso limitado a pasto, bosque o vida silvestre.
Clase VIII	Suelos con limitantes tan extremas que están fuertemente restringidos y sólo pueden ser usados para protección de vida silvestre y cuencas de bosque.

Fuente: INATEC, 2016

### **3.12 Prácticas de conservación de suelo**

La conservación de suelos consiste en aprovechar la tierra dentro de los límites de practicabilidad económica, al mismo tiempo que se le salvaguarda contra el empobrecimiento o esterilidad, debido a la erosión, depósito de sedimentos, agotamiento de los nutrimentos de las plantas por lixiviación, cultivo excesivo o sobrepastoreo, acumulación de sales tóxicas, quemas, humedecimiento excesivo, drenaje inadecuado, laboreo inapropiado o cualquier otro tipo de uso que no sea el apropiado, o porque se deja de proteger al terreno contra las pérdidas de suelo (Portillo, 2018).

Con el establecimiento de prácticas y obras de conservación de suelo, agua y bosque se evita la degradación de los recursos naturales, se reduce la pérdida de suelo, con el establecimiento de árboles de uso múltiple se ayuda a la infiltración de agua alargando su vida útil lo que repercute en la economía nacional, así, como las prácticas y obras a implementar en cada una de ellas con la finalidad de evitar la degradación de los recursos naturales. Como resultado proteger el suelo, mejorar su fertilidad, ayudar a la infiltración del agua, incrementar la producción y productividad de los sistemas de producción (Portillo, 2018).

- **Obras de conservación de suelo**

#### **Trazo de curvas a nivel y surco orientado**

Una curva a nivel es una línea cuyos puntos se encuentran en el mismo nivel. Si uno caminara por la curva, no subiría, ni bajaría. Las curvas a nivel son útiles para establecer diferentes prácticas que tienden a prevenir la erosión en terrenos con pendientes. Por ejemplo, con una acequia de infiltración construida de acuerdo al nivel, el agua tenderá a no correr por ningún lado y tendrá que permanecer en la acequia e infiltrarse (IICA, 2017).

## **Barrera viva**

Las barreras vivas son hileras de plantas sembradas a poca distancia, casi siempre al contorno o en curvas de nivel. El objetivo principal de estas barreras es formar un obstáculo que permite reducir la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno y retener el suelo capturando los sedimentos que van en el agua de escorrentía. Para cumplir esta finalidad debe utilizarse plantas perennes de crecimiento denso, sembradas en hileras continuas, a tresbolillo y distancias de 15 a 20 cm (IICA, 2017).

## **Barrera muerta**

Las barreras muertas son hileras o muros de materiales como piedras que se colocan siguiendo una curva a nivel. Al igual que para las barreras vivas, el objetivo de estas barreras es reducir la velocidad del agua y retener los sedimentos contenidos en el agua de escorrentía. Se construyen en áreas donde hay abundante piedra disponible cerca del terreno o en la misma parcela. No se recomiendan en zonas muy húmedas porque podrían dar lugar a encharcamientos, sobre todo en suelos de baja infiltración (IICA, 2017).

- **Tipos de labranza**

### **Labranza convencional o tradicional**

Es el laboreo del suelo anterior a la siembra con maquinaria (arados) que corta e invierte total o parcialmente los primeros 15cm de suelo. El suelo se afloja, airea y mezcla, lo que facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en superficie. Pero también se reduce rápidamente la cobertura de superficie, se aceleran los procesos de degradación de la materia orgánica y aumentan los riesgos de erosión. Generalmente, la labranza convencional implica más de una operación con corte e inversión del suelo (Ciencia Hoy, 2021).

### **Labranza mínima o conservacionista**

Implica el laboreo anterior a la siembra con un mínimo de pasadas de maquinaria anterior a su corte (rastrón, rastra doble, rastras de dientes, cultivador de campo). Se provoca la aireación del suelo, pero hay menor inversión y mezclado de este. Se aceleran los procesos de mineralización de nutrientes, pero a menor ritmo que en el caso anterior. Quedan más residuos vegetales en superficie y anclados en la masa del suelo; por tanto, el riesgo de erosión es menor (Ciencia Hoy, 2021).

### **Labranza cero o siembra directa**

No se laborea el suelo, sino que se siembra directamente depositando la semilla en un corte vertical de pocos centímetros que se realiza con una cuchilla circular o zapata de corte. Una rueda compacta la semilla en el surco de siembra para permitir su contacto con el suelo húmedo. Esta técnica exige controlar las malezas con herbicidas antes de la siembra, y también fertilizar debido a que la mineralización natural de los nutrientes del suelo se torna muy lenta. Es el mejor sistema para evitar la erosión del suelo. Su mayor restricción radica en el uso de sustancias químicas que pueden contaminar las aguas (Ciencia Hoy, 2021).

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Ubicación del estudio**

La investigación se realizó en fincas de productores agrícolas de comarca Los Pintos, ubicada a 10 km al nor-oeste del municipio de Nueva Guinea, en un área aproximada de 24 km<sup>2</sup> y situada en la sub cuenca del Rio Plata, del municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua, en el año 2021.

Se sitúa entre las coordenadas Longitud 59° 34' 42" Este y Latitud: 11° 44' 40" Norte con una elevación media de 220 msnm, y un relieve que varía de plano ligeramente ondulado (4- 5% de pendiente).

Su principal vía de acceso es la red vial que atraviesa la comarca y conduce desde la ciudad de Nueva Guinea, hacia el nor oeste, uniendo las colonias de San Antonio, San Miguel, Talolinga, Kurinwas hasta culminar en colonia San José.

### **4.2 Enfoque de la investigación**

Es de enfoque cuantitativo, porque se utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación, considerando que nos permite conocer la calidad y cantidad de los elementos minerales y orgánicos presentes en el suelo.

También hace uso de la estadística para establecer con exactitud resultados fidedignos, esta se puede generalizar, con el uso de la encuesta técnicas propias de este estudio, métodos y análisis de laboratorio, y observación de campo.

### **4.3 Tipo de investigación**

En esta investigación se hace una descripción generalizada del uso, manejo y características del suelo en la comunidad en estudio, y de corte transversal porque se estudia el fenómeno en un periodo específico de tiempo.

### **4.4 Población**

La población o universo estuvo conformada por 15 fincas o unidades productivas de productores agrícolas de comarca los Pintos, colonia Rio Plata, del municipio de Nueva Guinea, que cumplen los criterios establecidos, a decir:

- Área agrícola mayor a 5 mz.
- Disposición a colaborar con información (Aporte de mano de obra e información del historial agrícola y uso de suelo de la finca)
- Ubicación de la finca dentro de área de estudio.
- Con límites de distancia entre fincas seleccionadas de al menos 1 Kilómetro.

### **4.5 Muestra y muestreo**

#### **4.5.1 Análisis químico del suelo**

La muestra la constituyen 10 fincas o unidades productivas de productores agrícolas, distribuidas geográficamente según criterios de selección; con al menos 1 kilómetro de distancia entre una unidad productiva y otra.

Para caracterizar el perfil químico del suelo, se siguieron los procedimientos establecidos tomando en cuenta la pendiente, los tipos y áreas de cultivos, cada muestra fue compuesta de 5 sub-muestras tomadas a una profundidad de 0 a 20 cm, luego se procedió a homogenizarla y etiquetarla.

De manera general se tomaron un total de 50 sub muestras de suelo (5 por cada finca) para posteriormente ser enviadas al laboratorio 5 muestras, correspondiente a una muestra por cada una de las unidades productivas seleccionadas según criterios. Las muestras se tomaron de acuerdo a los cultivos identificados en las unidades productivas.

Antes de envío de las muestras al laboratorio para hacer el análisis químico, se hizo una mezcla compuesta de las muestras recogidas de cada finca, para cada finca por separado. Posteriormente se obtuvieron 5 muestras únicas, que incluyen las muestras de suelos de los diferentes cultivos por finca.

#### **4.5.2 Análisis físico del suelo**

- **Perfil del suelo**

Para la descripción del perfil del suelo se construyeron 3 calicatas de 1 m de fondo por 1 m de ancho y 1 m de largo, distribuidas al azar. En estos cortes se tomaron muestras sin disturbar de 0 a 10 cm de profundidad para determinar la estructura de los agregados del suelo. Para la identificación del color del suelo se usó la tabla de Munsell.

- **Densidad Aparente y Real**

Para la determinación de la densidad aparente y real, se tomaron 5 sub muestras de suelo húmedo al zar dentro de las áreas de cultivos, antes de llevarlas a la cámara de secado se mezclaron y se obtuvo una sola muestra por finca, posteriormente se llevaron a laboratorio donde se secaron en un horno marca PROETI a 105<sup>o</sup> centígrados. Posteriormente con el material de suelo seco se hicieron los cálculos matemáticos pertinentes para lo cual se usaron las siguientes formulas:

$$Da = Pss / Vt ; (g/cm^3)$$

Donde:

Da= Densidad Aparente

Pss=: Peso seco de la muestra

Vt= volumen de la muestra con poros, piedras

$$Dr = Pss / Vp (g/cm^3)$$

Donde:

*Dr: Densidad real*

*Pss: Peso seco de la muestra*

*Vt: volumen de la muestra sin poros*

- **Porosidad**

Para la determinación de la porosidad del suelo se hizo por medio de una formula, tomando en cuenta la densidad aparente y densidad real.

$$Pt= [100 (Dr - Da)] \div Dr$$

Donde:

*Pt: Porosidad total (%)*

*Dr: Densidad real (gr/cm<sup>3</sup>)*

*Da: Densidad aparente (gr/cm<sup>3</sup>)*

- **Infiltración**

Para determinar la infiltración del suelo, nos auxiliamos del método del cilindro sencillo, con el cual aplicamos 5 muestras (una en cada finca en diferentes cultivos), luego los datos se sumaron y se obtuvo la infiltración media del suelo en los pintos.

### 4.5.3 Análisis biológico del suelo

Inicialmente para la realización de las muestras para identificar macro y micro fauna del suelo, se localizaron 5 puntos de muestreo, una muestra en cada cultivo por finca, elegidos los puntos a muestrear al azar dentro del cultivo.

Posteriormente con el apoyo de un monolito de 30 cm de altura se realizaron las muestras de 25 x 25 x 30 cm. Se hicieron las excavaciones de 10 cm y cada una de ellas fueron ubicadas en un plástico limpio para identificar y clasificar la macro y micro fauna.

Posteriormente se ordenaron las especies clasificadas y se procedió a calcular la abundancia y diversidad por medio de las siguientes formulas en la tabla 2:

Tabla 2. *Índices para determinación de biodiversidad en suelos*

Índice de Simpson	Índice de Margalef	Parámetros
$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$	$R = \frac{S - 1}{\ln(n)}$	El mínimo valor que puede adoptar el cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (S=1, por lo que S-1=0) y el máximo valor es 5, por lo cual esto sucede cuando hay un número relativamente grande de especies
Donde: S: es el número de especies N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) n: es el número de ejemplares por especie	Donde: S: es el número de especies (n): es el número de individuos observados	Cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Elaboración propia

## 4.6 Técnicas

Se utilizó la técnica de la encuesta a productores y la observación directa en visitas de campo en los cortes y muestras de suelo, para determinar las propiedades físicas del suelo en las áreas estudiadas, también se tomaron muestras de suelo para análisis de laboratorio.

## 4.7 Variables

Tabla 3. *Operacionalización de las variables*

VARIABLES	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Prácticas de manejo de suelo	Tamaño de las áreas agrícolas	Conjunto de prácticas que se realizan en las áreas de suelos agrícolas en pro de la conservación de estos	Extensión en manzanas	Productor	Encuesta
	Cultivos que maneja		Cultivos Área	Productor	Encuesta
	Obras de conservación de suelos		Tipos de prácticas	Productor	Encuesta Observación
	Métodos de preparación de suelo		Tipos de labranza	Productor	Encuesta Observación
	Sistemas de siembra		Tipos de siembra	Productor	Encuesta Observación
	Periodo de uso del suelo		Años	Productor	Encuesta
	descanso de los suelos		Años	Productor	Encuesta
	Fertilización		Productores que lo usan	Productor	Encuesta Observación
	Uso de fertilizantes		Tipos de fertilizantes	Productor	Encuesta Observación
	Encalado de suelos		No. Productores participando	Productor	Encuesta
	Implementación de abonos orgánicos	Número de productores implementando	Productor	Encuesta	
Niveles de degradación del suelo		Es la pérdida o reducción de la capacidad productiva del suelo	Leve Severa Moderada	productor	Encuesta/obs
Factores que determinan el manejo de suelo	Rotación de cultivo	Son las condiciones de los productores para manejar el suelo de una u otra manera	Cultivos que rota	Productor	Encuesta
	Asocio de cultivos		Cultivos que asocia	Productor	Encuesta Observación
	Descanso de los suelos		Tiempo en años	Productor	Encuesta Observación
	Cultivos que manejan		Cultivos	Productor	Encuesta Observación

Asistencia técnica	Acceso	Proceso de transferencia de tecnologías a través de metodologías participativas grupales o individuales.	No. participantes	Productor	Encuesta
	Instancia que la brinda		No. instancias	Productor	Encuesta
	Rubro		No. de temas	Productor	Encuesta
	Calidad		No. Productores capacitados	Productor	Encuesta
	Frecuencia con que la recibe		No. Productores participando	Productor	Encuesta
Disponibilidad para realizar práctica en manejos de suelos		Actitud del productor realizar prácticas de manejo de suelo	No. Productores participando	Productor	Encuesta
Limitantes para el manejo del suelo		Dificultades que para manejo de suelo.	Tipos de limitantes	Productor	Encuesta
Perfil químico del suelo	pH de suelo en áreas agrícolas	Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas	Unidades	Laboratorio	Análisis de suelo
	Fertilidad de los suelos, macro y micro nutrientes		N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn.	Laboratorio	Análisis de suelo
	Bases intercambiables		Ca+Mg/K Ca/Mg Ca/K Mg/K	Laboratorio	Análisis de suelo
	CIC		meq/100g	Laboratorio	Análisis de suelo
	Acidez intercambiable		Meq/100g	Laboratorio	Análisis de suelo
Perfil físico del suelo	Horizontes del suelo	Es el tamaño y la proporción en que se encuentran las partículas minerales que forman el suelo	Tipos, Profundidad	Metros	Calicata
	Textura		Clase textural	Laboratorio	Análisis de suelo
	Estructura		Tipo	Suelo	Prueba de infiltración
	Densidad real y aparente		g/cm <sup>3</sup> o km/m <sup>3</sup>	Suelo	Prueba de infiltración
	Capacidad de Infiltración		mm/h	Suelo	Prueba de infiltración
	Retención de humedad		%	Suelo	Prueba de suelo
	Porosidad		%	Suelo	Prueba de suelo
	Color del suelo		Color según tabla Munsell	Suelo	Comparación
	Pendiente		%	Área agrícola	Medición
Perfil biológico del suelo	Materia orgánica	Es la cantidad de macro y micro organismos en el suelo	%	Muestra de suelo	Laboratorio
	Macro organismos		Especies	Suelo	Observación
	Microrganismos		Especies	Suelo	Observación

Elaboración propia

#### **4.8 Procesamiento y análisis de la información**

El procesamiento de la información, se hizo a través del software Excel y otras operaciones matemáticas que nos ayudaron a tener datos para realizar el análisis, pudiendo determinar y presentar, gráficos, tablas y valores numéricos, además de poder realizar una redacción ordenada y coherente de la información a presentar.

#### **4.9 Materiales utilizados**

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ Balanza
- ✓ Horno secador
- ✓ Formatos de registro de información de campo
- ✓ Libretas de campo
- ✓ Materiales básicos para la recolección de las muestras para el laboratorio (bolsas plásticas, etiquetas, pala, machete, otros...)
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Cilindro metálico
- ✓ Barreno
- ✓ Recipientes con agua
- ✓ Probeta
- ✓ Monolito
- ✓ Marcadores
- ✓ Palas
- ✓ Cobas

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Uso de suelo agrícola, comarca los Pintos

#### 5.1.1 Distribución de las áreas por finca

En tabla 4. se muestra el uso de suelos agrícolas de las fincas objeto del estudio ubicado en comarca Los Pintos.

El área promedio de las fincas en comarca Los Pintos es de 11.3 mz, con rangos de 5 a 25 mz. El área destinada a la producción agrícola promedio es de 9.95 mz con rango de 5 a 24.5 mz, lo que se considera un porcentaje alto de las áreas destinadas a la producción agrícola, que van desde el 63% al 100%.

De las 113 mz que ocupan las fincas, el 88% están ocupadas en cultivos agrícolas entre Café robusta, maíz. Frijol, yuca, cacao y piña.

Tabla 4. *Localización y áreas de las fincas*

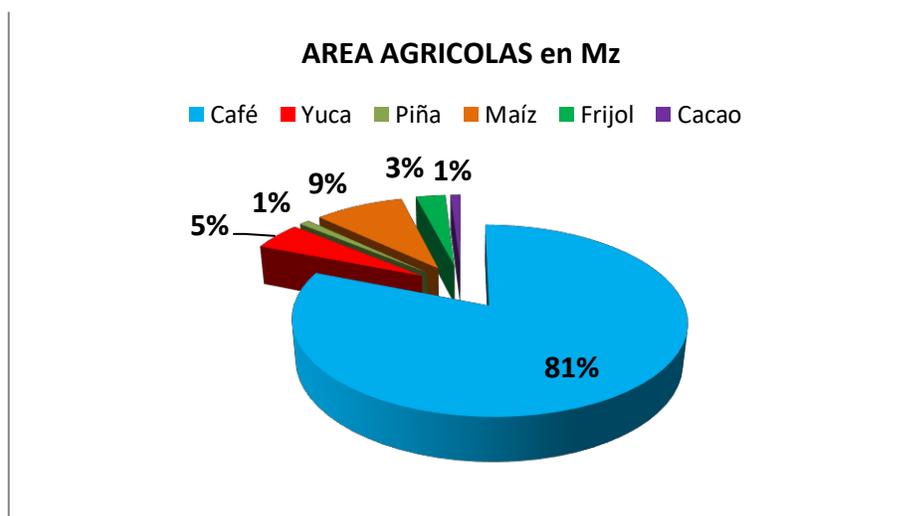
No	Nombre Productor (a)	Nombre de finca	Área finca (Mz)	Área agrícola (Mz)
1	Jorge Emilio Salinas	El Encanto	8	5
2	Norlan Palacio	El Esfuerzo	18	16
3	Rafael Rugama	La Bendición	12	11
4	Pedro Pineda	El Ranchón	5	5
5	Tomas Alberto Obando	La fe	15	12.5
6	Nasser Rodríguez	San Antonio	25	24.5
7	Elia Romano	La Unión	8	7
8	José Ortiz	El milagro	6	5
9	Carlos Alfredo Picado	El Retumbo	7	5
10	Celedonio Rocha	El Descanso	9	8.5
	Total		113	99.5

*Elaboración propia*

### 5.1.2 Distribución de las áreas de cultivos

Como se observa en la figura 1 el área ocupada por el cultivo de café prevalece en todas las unidades de producción, este cultivo ocupa el 81.4% de las áreas agrícolas. La producción de yuca solamente ocupa un 5%, igualmente para producción de piña un 1% de las áreas dedicadas a la producción agrícola. El cultivo de maíz es de subsistencia, solamente ocupa el 9% de las áreas agrícolas. El cultivo de frijol, un 3% de las áreas agrícolas, también es cultivo de subsistencia y de un solo ciclo. El cacao ocupa 1% de las áreas agrícolas.

Figura 1. *Distribución de los cultivos en las fincas*



Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 5, el área ocupada por el cultivo de café robusta prevalece en todas las unidades de producción, este cultivo lo practican en el 100% de las fincas y representa un área de 81 m<sup>2</sup>.

La producción de yuca solamente lo practican en un 5% de las fincas y representa solamente un área de 5 m<sup>2</sup>, igualmente para producción de piña, solamente la practican en el 1% de las fincas y representa un área de 0.99 m<sup>2</sup> las áreas dedicadas a la producción agrícola.

El cultivo de maíz lo practican en el 9% de las fincas, y representa un área de 9 mz. El cultivo de frijol, lo practican en aproximadamente 3% de las unidades productivas, asumiendo solamente un área de 3 mz de las áreas agrícolas y el cultivo de cacao solamente ocupa un 1% de las áreas agrícolas.

Tabla 5. *Distribución de los cultivos por fincas*

Cultivos	No. de fincas donde se aplica	% de área que ocupa el cultivo	Área total establecida en mz
Café Robusta	10	81	81
Yuca	1	5	5
Piña	1	1	0.99
Maíz	8	9	9
Frijol	1	3	3
Cacao	1	1	1
Total		100	99.5

Elaboración Propia

## 5.2 Propiedades físicas de los suelos

Las propiedades físicas del suelo junto con las químicas y biológicas son responsables de la productividad de los suelos. Es así que el conocer estas propiedades nos permite identificar mejor el potencial del suelo y definir un uso más apropiado (FAO, 2021).

Cabe mencionar que en colonia Rio Plata en general el recurso suelo es uno de los más deteriorados por el mal uso que se le da con las prácticas agrícolas de roza tumba y quema, orientada al cambio de uso del suelo. Esto afecta la fertilidad, los relieves entre otros factores que son sensibles a las fuerzas del viento y el agua (erosión). Además de la introducción de monocultivos en su mayoría de exportación como quequisque, yuca, piña, ñame y café que son exigentes a suelos fértiles, por lo que se le aplican grandes cantidades de agroquímicos para hacerlos producir más.

### 5.2.1 Profundidad del suelo

De acuerdo a Rodríguez (2001), la profundidad efectiva se refiere al espesor del suelo de la superficie hasta donde se desarrolla el sistema radicular de los cultivos.

El suelo en comarca Los Pintos es moderadamente profundo (profundidad efectiva) con un rango entre 0 – 150 cm. Según Rodríguez (2001) lo clasifica como suelo óptimo al encontrarse dentro de su clasificación con profundidad mayor a 90 cm (Tabla 6). Su drenaje tomando en cuenta su inclinación, es leve ya que el agua se infiltra al suelo muy rápido sin presentar riesgos de anegamiento, aunque en algunas áreas sobre todo donde se cultiva café y Piña se ve que hay sedimentos en las partes más planas.

Tabla 6. *Perfil representativo del suelo*

Horizontes	Profundidad en cm	Características
0	0 - 10	Presenta coloración parda oscura con presencia de materia orgánica.
A	10 - 20	Coloración rojo amarillento opaco, arcilloso firme a friable; estructura granular fino a medio, fuerte; abundantes raíces finas; medianamente ácido; límite abrupto y uniforme.
B	20 - 100	Color café rojizo oscuro a rojo oscuro opaco, arcilla firme; estructura de bloques sub angulares gruesos, que rompen a medios y finos, moderada; pocas raíces finas y muy finas; medianamente ácido.

---

Elaboración propia

### 5.2.2 Textura del suelo

Según FAO (2009), basado en la tabla aprobada por USDA denominada Clases texturales de suelos, de manera general e indistintamente del uso se determina que los suelos de comarca Los Pintos son arcillosos también llamados suelos pesados; con contenidos de arcilla en un 65%, Limo 16% y Arena 19%.

Tomando en cuenta los estudios realizados por expertos de Grupo SACSA (2015) en México y otros países, sobre suelos arcillosos podemos conocer que la agricultura puede presentar un gran desafío principalmente debido al pobre drenaje del suelo.

El suelo arcilloso también tiende a compactarse y deshacerse en terrones cuando se le cultiva, pisa o trabaja cuando está húmedo, sin embargo, en los suelos de comarca Los Pintos está demostrado que los suelos presentan un riesgo de compactación bajo.

No existe pedregosidad en el suelo, aunque la presencia de rocas pequeñas es muy leve y muy dispersas en los suelos estudiados, su tamaño no dificulta cualquier labor agrícola.

El estudio de la textura de los suelos de la comarca Los Pintos, colonia Rio Plata, realizado por el Centro Tecnológico Químico, AGQ Labs se refleja en la tabla 7.

Tabla 7. *Textura de suelos Los Pintos*

Muestras de suelo	Textura			Valoración
	Arcilla %	Limo%	Arena %	
Resumen de pruebas de laboratorio y campo	65	16	19	Arcilloso

Elaboración propia

### 5.2.3 Estructura del suelo

Según Sánchez (1981), es la característica de los suelos de poder agrupar y estabilizar las partículas primarias (arenas, limos y arcillas). Este término se refiere a la forma en que las partículas primarias agrupadas forman agregados o terrones por la unión de partículas gruesas que actúan como armazón y partículas finas que

sirven como aglomerantes. La estructura afecta la penetración del agua, el drenaje, la aireación y el desarrollo de las raíces, incidiendo así en la productividad del suelo y las facilidades de la labranza.

De acuerdo con la clasificación usada por [Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) 2016], los suelos de comarca Los Pintos presentan una estructura en el horizonte A con apariencia migajosa, relativamente no porosos y en el horizonte B con apariencia laminar, con agregados similares a placas que cuando se sobreponen no permiten la permeabilidad.

#### **5.2.4 Densidad Aparente**

La determinación de la densidad aparente tiene un valor extraordinario para conocer el estado físico del suelo, ya que refleja el comportamiento dinámico de la estructura y la porosidad debido a que varía por la acción de agentes externos e internos como por ejemplo la compactación y la dispersión de las partículas respectivamente (Foth, 1987).

A través de la densidad aparente podemos conocer el grado de dureza del suelo. La densidad aparente de los suelos de comarca Los Pintos, colonia Rio Plata presenta densidad aparente entre los rangos de 0.923 a 1.08 g/cm<sup>3</sup>; puede clasificarse de baja. Según Cairo (1995), los suelos arcillosos presentan una densidad aparente (> 1.5 gr/cm<sup>3</sup>), y a medida que los suelos se compactan disminuye la porosidad y aumenta la densidad aparente.

En el caso de los suelos de las fincas de comarca Los Pintos, los resultados de la prueba de laboratorio reflejaron lo siguiente en tabla 8.

Tabla 8. *Densidad aparente*

Muestras de suelo	Densidad aparente promedio en gr/cm <sup>3</sup>	Valoración	Características del sitio
Resumen de pruebas de laboratorio y campo	1.05	media	Con diferentes tipos de cobertura y existencia de material vegetal en cultivos de maíz, frijol, piña, cacao y café.

Elaboración propia

### 5.2.5 Densidad real

Es la densidad de las partículas sólidas del suelo. En otras palabras, es la relación que existe entre el peso de éste, en seco ( $P_{ss}$ ) y el volumen real o sea el volumen de sus partículas ( $V_p$ ). Usualmente se expresa en gr/cm<sup>3</sup>.

La densidad real, varía evidentemente con la proporción de los elementos que constituyen el suelo. La densidad real calculada en laboratorio de las muestras tomadas en suelos de comarca Los Pintos fue de 2.55 gr/cm<sup>3</sup>, y según tabla citada por Cairo (1995) se clasifica como densidad media.

### 5.2.6 Capacidad de infiltración

La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. Muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como también gobiernan el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración (Vélez et al, 2002).

Según Bradbury (2000) citado por google Ads 2017 en suelos arcillosos pesados, cuando estos están muy húmedos, presentan capacidad de infiltración < 13 mm/h clasificados como lenta. Tal es el caso de la infiltración presentada en suelos de la comarca Los Pintos que asumió 11.5 mm/hora

### **5.2.7 Porosidad**

Según UNI (2016). La porosidad se define como el porcentaje del volumen total de suelo que está ocupado por los poros. El espacio poroso es la porción de suelo que no es parte de las partículas sólidas (minerales u orgánicas), sino que están ocupadas por aire y agua. El arreglo de las partículas sólidas del suelo determina la cantidad de espacio poroso.

Un suelo ideal debe tener 50 % de porosidad. La porosidad mínima que un suelo debe tener, para permitir un buen desarrollo del cultivo es de 45 % en suelos pesados (Arcillosos) (UNI, 2016).

La porosidad calculada de los suelos de comarca Los Pintos, colonia Rio Plata, Nueva Guinea, es de 67% lo que de acuerdo con tabla de valores UNI (2016), para tipos de suelos arcillosos o pesados está en rangos de 50 a 67% de porosidad y la interpretación según el porcentaje de porosidad para suelos de uso agrícola se considera de porosidad alta y según la clasificación de espacio poroso usado por la UNI (2016) se considera amplio.

### **5.2.8 Pendiente**

Presenta una pendiente 1.21% lo que significa según tabla de Alonso. D. (2021), pendiente plana a ligeramente inclinada hasta muy plana, los suelos también presentan en parte ligera o leve erosión laminar o intersurco que es la pérdida uniforme del suelo que no genera micro-relieve sobre todo en los suelos más planos y en algunos con poca pendientes se produce la erosión en canalículos, que es la pérdida de suelo donde se genera micro-relieve, con depresiones de forma lineal (canales) de menos de 1 m de ancho y 0.20 m de profundidad sobre todo después de las lluvias. El micro-relieve es corregible con laboreo convencional y herramientas de nivelación sencillas.

### 5.2.9 Color

Los colores en el suelo es una de las características morfológicas más importantes ya que sirve como claves para identificar los suelos. No es un factor determinante de la calidad de los suelos (mejor o peor), ya que el color no tiene valor intrínseco, pero es muy importante en relación a los procesos edáficos y propiedades físicas de los suelos (Ortiz et al., 1990).

El color de suelos de comarca Los Pintos, no varía mucho entre parcelas de diferentes cultivos, en el suelo con cultivos de café robusta y piña el suelo está más desprotegido de vegetación, en los cultivos como maíz y frijol el suelo aparece con cierta capa vegetal generalmente al final de la cosecha donde se integran algunos desechos y en algunos casos estos suelos se dejan en descanso, lo que permite cierta protección y recuperación. La que presenta cobertura un poco diferente es el suelo en cultivo de cacao, que la hojarasca hace su función protectora y la descomposición permite ver en el suelo una pequeña capa fértil de coloración parda, con tendencia a medida que se profundiza a coloración café claro.

En el horizonte A, se puede ver suelos de coloración es oscura-pardo según la tabla de Munsell, está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro).

En el horizonte B, se puede ver que la coloración es rojiza y según la tabla de Munsell está determinada generalmente por el revestimiento con partículas de óxidos de hierro (rojo)

El estudio sobre el color de los suelos en las fincas de comarca Los Pintos, colonia Rio Plata de Nueva Guinea se refleja en la tabla 9.

Tabla 9. *Color del suelo*

Muestras de suelo	Color suelo superficial (0-10 cm)	Color suelo sub superficial (10-100 cm)	Valoración Superficial y sub superficial
Resumen de pruebas de campo	5 YR	7.5 YR	Superficial pardo Sub superficial rojizo

Elaboración propia

### 5.3. Características químicas de los suelos

Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas, entre ellas, cabe resaltar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y P, N y, K extractables (Bautista et al., 2004).

#### 5.3.1 PH en el suelo

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Los valores del pH se reducen a medida que la concentración de los iones de hidrógeno incrementa, variando entre un rango de 0 a 14 (Fassbender, 1987).

Según clasificación del Centro Tecnológico Químico, AGQ Labs, en los suelos de las fincas de comarca Los Pintos se observan rangos de 4.18 a 4.71 de pH, el cual es un indicador de acidez que fluctúa entre extremadamente ácido a muy frecuente ácido. Estos suelos por su carácter y un buen manejo con abonos orgánicos pueden ser apropiados para el crecimiento de los cultivos.

De acuerdo los cultivos que toleran acidez y que se encuentran en el área de estudio, podemos encontrar mayoritariamente, yuca y piña con 4.8 a 5.8, frijol y maíz con 5.6 a 6.4 y café robusta de 5.5 a 6.5 (IICA, 2016).

### **5.3.2 Materia Orgánica**

La materia orgánica es el residuo de plantas y animales incorporados al suelo, y se expresa en %. El contenido de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes (Kass 1996). La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5%.

Los contenidos de materia orgánica encontrados en los análisis de suelos realizados por AGQ Labs en la comarca Los Pintos, su promedio es de 2.8 % y dentro de este rango se considera que los suelos tienen alto el contenido de M.O. Estos resultados de laboratorio concuerdan con estudios realizados por AGRI-NOVA science en 2021.

### **5.3.3 Macro nutrientes primarios en el suelo**

- **Nitrógeno (N) disponible**

La disponibilidad de Nitrógeno en los suelos depende del contenido de materia orgánica. La deficiencia se verifica con mayor frecuencia en suelos degradados por su manejo inadecuado y con baja disponibilidad de materia orgánica, en condiciones desfavorables al proceso de mineralización (INTA/ FAO, 2001).

Según la clasificación usada en las pruebas de laboratorio AGQ Labs, la cantidad de nitrógeno total presente en suelos de comarca Los Pintos se consideran altos con tendencia a muy altos, ya que tienen en sus compuestos 1.983 mg/kg.

- **Fosforo (P) disponible**

Los suelos de Nicaragua por lo general contienen cantidades medias y bajas de fósforo disponible. Según análisis en muestras de suelos de Nicaragua, indica que el 36.8% contienen menos de 10 ppm (INTA/ FAO, 2001).

El contenido de fósforo en los suelos de comarca Los Pintos se puede clasificar de acuerdo al análisis de laboratorio AGQ Labs como muy bajos, con contenidos de fosforo de < 3.50 mg/kg.

- **Potasio (K) disponible**

El potasio es un nutriente vital para las plantas. Los suelos del Pacífico y Centro de Nicaragua en general contienen cantidades adecuadas a altas de potasio disponible. Según análisis en muestras de suelo indicó que el 82 % de los suelos de Nicaragua contienen más de 0.5 meq/100gr de suelo, solamente un 4.4% contiene menos de 0.2 meq /100gr de suelo (INTA/FAO, 2001).

El contenido de potasio en los suelos de comarca Los Pintos se puede clasificar de acuerdo al análisis de laboratorio como muy bajos o pobres en potasio, con contenidos de 0.09 meq/100g.

#### **5.3.4 Macronutrientes secundarios en el suelo**

- **Calcio (ca) disponible**

El calcio es el responsable de crear y mantener la estructura de los suelos agrícolas. Con una correcta agrupación de partículas, el aire y el agua pueden entrar a través de los poros y favorecer el crecimiento y desarrollo de las raíces, ayudando a absorber los nutrientes y el agua del suelo (INTA/FAO, 2001).

El contenido de calcio en los suelos de comarca Los Pintos se puede clasificar de acuerdo al análisis de laboratorio como muy bajos, con contenidos de 2.44 meq/100g.

- **Manganesio (Mg) disponible**

Según INTA/FAO (2001), el magnesio se encuentra en la solución del suelo y se absorbe en las superficies de las arcillas y la materia orgánica. Los suelos generalmente contienen menos Mg (magnesio) que Ca (calcio) debido a que el Mg no es absorbido tan fuertemente como el Ca por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación.

El contenido de manganesio en los suelos de comarca Los Pintos se puede clasificar de acuerdo al análisis de laboratorio como bajos, con contenidos de 0.91 meq/100g.

- **Azufre (S) disponible**

De acuerdo a las características físico-químicas y ambientales del suelo, la fracción de azufre inorgánica está presente como azufre elemental o en los diferentes niveles de oxidación (sulfuros, sulfatos, tiosulfatos entre otros). La fracción orgánica constituye la principal reserva de este nutriente, pudiendo llegar a representar el 100 % del S total en los suelos orgánicos. Entre los compuestos orgánicos que contienen azufre se cuentan los aminoácidos, las proteínas, los polipéptidos entre otros (K+S Agricultura 2019).

El contenido de azufre asimilable en los suelos de comarca Los Pintos se puede clasificar de acuerdo al análisis de laboratorio como normal con tendencia a bajos, con contenidos de < 20.0 mg/kg.

### 5.3.5 Micronutrientes en el suelo

- **Hierro (Fe)**

Según Juárez, s.f, el hierro es el cuarto elemento más abundante de la corteza terrestre, y esto se presenta en numerosos minerales del suelo. La partida del hierro en el suelo se incluye los minerales primarios como son el silicato ferrogetico, alovino, augita y biota todos estos minerales constituyen la mayor fuente de hierro en el suelo.

El hierro en los suelos de comarca los Pintos se encuentran en cantidades de 18. 7 mg/kg, lo que significa según AGQ Labs, que los suelos tienen muy altos contenidos de este elemento en su composición.

- **Boro (B)**

El boro pertenece al grupo de los micronutrientes esenciales y afecta numerosos procesos metabólicos. El requerimiento y respuesta de los cultivos al boro varía significativamente. Las gramíneas, por ejemplo, tienden a requerir menos boro que las dicotiledóneas. Las plantas absorben el boro de la solución del suelo en forma de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) en forma pasiva (K+S Agricultura 2019).

Según resultados de los análisis de suelo realizados por AGQ Labs, en suelos de la comarca Los Pintos el boro se encuentran en cantidades de <0.50 mg/kg, lo que significa que los suelos tienen muy bajos contenidos de este elemento en su composición.

- **Manganeso (Mn)**

El manganeso se halla principalmente como óxido, pero también en forma de silicato o carbonato. El manganeso activa numerosas enzimas de forma similar al

magnesio, debido a que es un componente que influye en el metabolismo de las plantas (K+S Agricultura 2019).

Según resultados de los análisis de suelo realizados por AGQ Labs en los suelos de la comarca Los Pintos el manganeso se encuentran en cantidades de 80.4 mg/kg, lo que significa que los suelos tienen muy altos contenidos de este elemento en su composición.

- **Cobre (Cu)**

La concentración de cobre en la solución del suelo depende del contenido de materia orgánica, el pH y de la disponibilidad de agentes complejantes. El porcentaje de cobre intercambiable se incrementa generalmente con la disminución del pH. Otros elementos presentes en el suelo como el calcio, fósforo, aluminio, hierro, zinc y molibdeno pueden afectar la disponibilidad del cobre para las plantas (K+S Agricultura 2019).

Según resultados de los análisis de suelo realizados en suelos de la comarca Los Pintos el cobre se encuentran en cantidades de 2.12 mg/kg, lo que significa que los suelos tienen muy altos contenidos de este elemento en su composición.

- **Zinc (Zn)**

El Zn es un elemento de poca movilidad dentro de la planta, pero con numerosas funciones críticas. Se requiere para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de los azúcares en almidón (INTAGRI, 2021)

Según resultados de los análisis de suelo realizados en la comarca Los Pintos el zinc se encuentran en cantidades de 1.24 mg/kg, lo que significa que los suelos tienen contenidos de este elemento en su composición clasificados como normal con leve tendencia a bajo.

### 5.3.6 Bases Intercambiables

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes. La unidad de medición de CIC es en miliequivalentes meq/ 100g de suelo. (FAO, 2021).

Los minerales de arcilla presentan usualmente valores de CIC entre 10 y 150 meq/100 grs (Universidad Nacional Noroeste de Buenos Aires [UNNOBA], 2012)

En la tabla 10, se pueden observar los resultados de los análisis de suelo realizados en por AGQ Labs en suelos de la comarca Los Pintos; se puede deducir que las bases intercambiables de los diferentes elementos y otras propiedades dispuestas en los suelos agrícolas se clasifican en general como muy bajos, solamente el magnesio intercambiable tiene categoría de bajo, con una ligera tendencia a muy bajo. De acuerdo con la tabla publicada por UNNOBA, se considera un CIC muy bajo.

Tabla 10. *Complejo de cambio*

Parámetro	Resultado del análisis de suelo	Unidades de medida	Clasificación
Calcio Cambio	2,0416	meg/100g	Muy bajo
Magnesio cambio	0,69	meg/100g	Bajo con tendencia a Muy bajo
Potasio cambio	0,06	meg/100g	Muy bajo
Sodio cambio	< 0,05	meg/100g	Muy bajo

Aluminio cambio	< 0,01	meg/100g	Muy bajo
CIC	29.7	meg/100g	Muy bajo
Acidez intercambiable KC	< 0,05	meg/100g	Muy bajo

Elaboración propia

### 5.3.7 Análisis biológico del suelo

Los macro y microorganismos del suelo contribuyen al mantenimiento de la fertilidad química, física y biológica del suelo. Transforman nutrientes inorgánicos, que de otra forma no pueden ser absorbidos por la planta; además favorecen la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

En la tabla 11, se puede ver que en las muestras de suelo se encontraron unas 9 especies de macro y micro organismos, con una abundancia de 130 individuos. Para los suelos de los Pintos se determinó que el índice de Simpson es de 0.74, lo que podemos tomar con una población con dominancia de 1 especie.

El índice de Margalef calculado fue de 1.43 y relacionándolo con las condiciones de Margalef para poblaciones, son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos).

Tabla 11. *Macro y micro fauna del suelo*

No	Especies	Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> )	No. Individuos	Índice Simpson	Índice Margalef
1	Hormigas	0.0288	18	0.74	1.43
2	Lombriz de T	0.0976	61		
3	Cochinillas	0.024	15		
4	Cien pies	0.0112	7		
5	Arañas	0.0048	3		
6	Gallina ciega	0.0144	9		
7	Hormiga bala	0.0208	13		
8	No identificado 1	0.0032	2		
9	No identificado 2	0.0032	2		
Total			130		

Elaboración propia

## 5.4 Prácticas locales de uso y manejo de suelos

### 5.4.1 Uso y rotación del suelo

Como se puede ver en la tabla 12, el 100% de los productores de comarca Los Pintos hacen uso continuo del suelo en algunos cultivos con rangos desde 3 a 10 años, este sistema de uso continuo está ligado a cultivos como café robusta y cacao, los cuales por su característica de producción perenne son sometidos a uso de suelo continuo y otros como la piña que son renovados ocupando el mismo espacio con varios ciclos productivos.

Sin embargo, el 50% de los productores deja en descanso algunas áreas dedicadas para cultivos agrícolas, con rangos de 1 a 2 años, generalmente el descanso del suelo se asocia a la producción de maíz, frijol y yuca, la cual se practica en menor escala que otros rubros considerados de mucha importancia para los productores como el café robusta.

Tabla 12. Tipo de uso de suelo

Participantes	Uso continuo (Años)	Descanso (Años)
Número de productores que hacen uso del suelo	10	5

Elaboración propia

### 5.4.2 Uso de fertilizantes en la producción agrícola

La producción agrícola está íntimamente relacionada con el uso de agroquímicos provenientes de tiendas que los proporcionan a los productores sobre todo en cultivos como café robusta, piña y yuca. Como se observa en la tabla 13, el 100% de los productores usa fertilizantes químicos edáficos y foliares para sus cultivos, eso naturalmente produce un severo daño al suelo y a otros recursos naturales (Agua, micro y macro fauna entre otros), además de hacer cada día menos

productivos los suelos. El 50% de los productores de comarca Los Pintos han iniciado hace algunos años a implementar los fertilizantes orgánicos (Base orgánica) tipo sólidos, para evitar el daño en los suelos y otros recursos naturales y además mejorar a mediano plazo la fertilidad de los mismos y garantizar la sostenibilidad de los cultivos agrícolas, principalmente aquellos que se establecen con mayor escala y que significan mayor importancia económica para los productores.

Tabla 13. *Uso y tipo de fertilizantes*

Participantes	Usos fertilizantes	Tipos de fertilizantes que usan			
		Químico		Orgánico	
		Edáficos	Foliare	Sólidos	Líquidos
Número de productores que aplican fertilizantes en la producción agrícola	10	10	10	5	0

Elaboración propia

#### 5.4.3 Uso de enmiendas en la producción agrícola

Como se observa en la tabla 14, el 100% de los productores de comarca Los Pintos, aplica cal agrícola, como una enmienda para mejorar a corto plazo la fertilidad del suelo, a través de la disminución de la acidez que este mismo tiene producido naturalmente en el suelo o causado por el sobre uso de agroquímicos en cultivos agrícolas. La frecuencia con la que los productores aplican es cada año y lo hacen poniendo en las áreas de cultivos entre 2 y 6 quintales por manzana. El 100% de los productores utiliza el encalado en áreas con cultivo de café robusta y un 20% lo aplica también a áreas con cultivo de piña y cacao.

Los abonos orgánicos están siendo utilizados en el 60% de los productores y aseguran que están implementando esta técnica de mejorar la estructura del suelo y fertilidad, además de proteger el suelo y otros recursos que ahí se encuentran.

En la figura 2, se puede ver que el 33% de los que aplican abonos orgánicos a sus cultivos lo hacen aplicando gallinaza, un 50% aplican como abono orgánico el estiércol de bovinos y caprinos y solamente el 17% de los productores que aplican abonos orgánicos a sus cultivos utiliza el Bocachi y desechos de cultivos. En dependencia del cultivo al cual se le aplica el abono orgánico, se utilizan rangos de aplicación entre 5 y 15 quintales por manzana y se hacen con una periodicidad de 1 vez por año.

Tabla 14. *Tipos de enmiendas en los cultivos*

Aplicación de cal agrícola					Aplicación de abonos orgánicos	
Participantes	Si	Frecuencia por año	En que cultivos	Cantidad qq/Mz	Si	No
Productores que aplican enmiendas en la producción agrícola	10	1	Café, Piña y cacao	De 2 – 6 qq/mz	6	4

Elaboración propia

Figura 2. *Uso de abono orgánico*



Elaboración propia

#### 5.4.4 Utilización de técnicas de rotación de cultivos

Los productores de comarca Los Pintos, desde hace muchos años aplican la técnica de rotación de áreas en algunos cultivos sobre todo aquellos cultivos de ciclo corto

como maíz, frijol y yuca, sin embargo, ahora con la llegada del café robusta hace algunos años los productores aprovechan algunas áreas resepadas para establecer el cultivo. En la tabla 15, se puede observar que el 60% de los productores hacen rotación de cultivos y el 40% no pone en práctica esta técnica de conservación de suelo. Un 17% de los productores que aplican rotación de cultivos y lo hacen entre áreas de maíz y frijol, un 67% utiliza en rotación maíz y café robusta, un 16% la rotación la hace entre los cultivos de yuca-maíz.

Tabla 15. *Rotación de cultivos*

Participantes	Aplica rotación de cultivos		Cultivos que rota		
	si	no	Maíz y frijol	Maiz y Café	Maíz y Yuca
Número de productores que hacen rotación de cultivos	6	4	1	4	1

Elaboración propia

#### 5.4.5 Utilización de técnicas de asocio de cultivos

Los productores de comarca Los Pintos, desde hace muchos años al igual que las prácticas de rotación de cultivos, aplican asocio entre algunos cultivos sobre todo aquellos cultivos de ciclo corto como maíz, frijol y yuca. En la tabla 16, se puede observar que el 70% de los productores hacen prácticas de asocio de cultivos y el 30% no pone en práctica esta técnica de conservación de suelo y de aprovechamiento mejor del suelo. Un 57% de los productores que aplican asocio de cultivos, lo hacen entre los cultivos tradicionales de maíz y frijol y un 43% utiliza en asocio maíz y yuca.

Tabla 16. *Cultivos asociados*

Participantes	Aplica asocio de cultivos		Cultivos que asocia	
	si	no	Maíz y frijol	Maíz y yuca
Número de productores que practican asocio de cultivos	7	3	4	3

Elaboración propia

#### 5.4.6 Obras de conservación de suelo en cultivos

Las obras de conservación de suelos en cultivos son fundamentales para evitar sobre todo el arrastre del suelo fértil y evita también la contaminación de las aguas con productos químicos nocivos aplicados a los cultivos y que son arrastrados por las corrientes a las fuentes de agua sobre todo en cuanto estos son aplicados a cultivos ubicados en laderas.

En la tabla 17, se puede ver que el 100% de los productores hacen prácticas de conservación de suelo; el 70% realiza la construcción de zanjas en laderas y un 30% tiene construido barreras vivas. La función de estas obras de conservación de suelos en el 80% de los productores se percibe que estas evitan el arrastre del suelo y un 20% opina que sirven de protección al suelo.

Tabla 17. *Obras de conservación de suelos*

Participantes	Tipo de obra		Función que realiza	
	Zanjas en ladera	Barreras vivas	Evita arrastre	Protección del suelo
Número de productores que practican obras de conservación de suelos en cultivos	7	3	8	2

Elaboración propia

#### 5.4.7 Asistencia técnica

La asistencia técnica ha llegado a cada uno de los productores de Los Pintos, han recibido asistencia técnica a través de eventos talleres de capacitación. El 90% de los eventos de capacitación son dirigidos por la instancia CISA exportadora, la cual se encarga específicamente del manejo agronómico del cultivo de café robusta. Un 10% de la asistencia técnica la facilita el INTA Nueva Guinea y está dirigida a cultivos tradicionales y sistemas agroforestales. Los temas que principalmente han recibido son los siguientes: 90% de los productores se han capacitado en manejo

agronómico del cultivo de café. Un 30% conoce sobre técnicas de conservación de suelos y agua. El 40% están orientados sobre nutrición humana, con variedades nuevas biofortificadas de maíz, yuca y frijol.

Generalmente la asistencia técnica llega a los productores con frecuencia mensual, y el 50% de los productores la considera como excelente y otro 50% que ve la asistencia técnica como buena; lo que significa que podrían tener temas de más interés que no son impartidos o la frecuencia con la que se aplica no satisface en totalidad las expectativas de los productores.

#### 5.4.8 Condiciones para manejar el suelo

Como se observa en la tabla 18, el 100% de los productores de Los Pintos, conocen la importancia de implementar acciones para mejorar la fertilidad y estructura de sus suelos agrícolas. Aunque ya han iniciado con estas prácticas, el 40% de los productores tiene problemas económicos y de aptitud para mejorar el manejo de suelos. Un 30% no lo hace solamente porque tienen problemas económicos, para realizar inversión en vías de mejorar suelos y otro 30% de los productores opina que la limitante para mejorar los suelos y manejarlos adecuadamente es de aptitud.

Tabla 18. *Condiciones para mejorar suelos*

Participantes	Disposición de implementar acciones para mejorar sus suelos agrícolas	Limitantes para hacer un manejo adecuado del suelo		
	Si	Económicas + Aptitud	Económicas	Aptitud
Número de productores con disposición para mejorar suelos agrícolas	10	4	3	3

Elaboración propia

## VI. CONCLUSIONES

El estudio reflejó que los suelos de la comarca Los Pintos presentan propiedades físicas consideradas apropiadas para el desarrollo de cualquier cultivo. Son suelos profundos, con posibilidades de compactación baja, presenta porosidad alta pero su capacidad de infiltración es considerada como muy lenta, generalmente con poca pendiente, su densidad aparente es media con una textura arcillosa o pesada y los colores del suelo son de pardos a rojizo.

Las propiedades químicas de los suelos de comarca Los Pintos presentan deficiencias significativas. Aunque presentan muy altos contenidos de materia orgánica, el ph del suelo es extremadamente ácido lo que limita el desarrollo de la mayoría de los cultivos de Los Pintos. En cuanto a macronutrientes; el fósforo y potasio presentaron niveles muy bajos de los recomendables para el desarrollo de cualquier cultivo, no así el nitrógeno, que presentó altos niveles.

En el caso de las características químicas micronutrientes, el Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu) presentó niveles altos. El Boro (B) y Zinc (Zn) de niveles bajos a muy bajos que coinciden con la alta acidez del suelo. Las bases intercambiables de los elementos del suelo, presentan niveles de bajo a muy bajo, lo que evidencia nuevamente el alta acidez del suelo.

La diversidad y abundancia de macro y micro organismos en el suelo es baja, producto del sobre uso de agroquímicos en cultivos.

Se evidencia el uso permanente de agroquímicos por los productores en cultivos agrícolas, falta de actitud para mejorar el suelo a través de prácticas conservacionistas y poco uso de abonos orgánicos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Para productores:**

Implementar sistemas agroforestales para diversificar la producción en las fincas, con aquellos cultivos como cacao, huerto mixto, plantaciones forestales maderables en sistemas Taungya.

Fomentar la construcción de obras de conservación de suelos (acequias, barreras vivas, zanjas de desagüe entre otras), sobre todo en aquellas áreas con pendientes mayores al 3%,

Mantener y potenciar algunos cultivos adaptables (piña, frijol, maíz, arroz, yuca, cítricos), por su tolerancia a la acidez del suelo y por sus bajos requerimientos nutricionales.

### **Para empresas agropecuarias e instituciones**

Facilitarles a los productores de Los Pintos asistencia técnica enfocada en la implementación de abonos orgánicos, así como cultivos de leguminosas en asocio con otros cultivos incluyendo árboles de especies leguminosas para aumentar los macros y micro elementos del suelo, además de mejorar su estructura.

### **Para Universidades**

Ampliar el radio de estudio de suelos, involucrar a comunitarios para darles información y asesorías a los productores como herramientas necesarias para conservar y mejorar los suelos.

## VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- Alonso, D. (2021). Mapping GIS. Clasificación de las pendientes en QGIS.  
<https://mappinggis.com/2019/02/como-reclasificar-una-imagen-en-qgis/>
- AGRI-nova Science. (2021). La utopía del 5% de materia orgánica en el suelo.  
<https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>
- Asociación internacional de industria de los fertilizantes IFA, FAO (2002). Los fertilizantes y su uso. <http://www.fao.org/documents/card/es/c/b0f8bfc5-4c95-54b0-80cd-96b810006037/>
- Avilés, E. y Mendoza, R. (2005). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, el Tuma - la Dalia. Matagalpa. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp35c352.pdf>
- Bautista, C. A., J. Etchevers B., R. del Castillo F., y C. Gutiérrez C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas XIII (2), España. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n8/1405-3195-agro-51-08-813-en.pdf>
- Bradbury, W. (2000). Grupos hidrológicos del suelo. <https://aguaysig.com/metodo-del-numero-de-curva-del-scs/>
- Cairo P. (1995). La Fertilidad Física de suelo y la Agricultura Orgánica en el Trópico. UNA - Managua, Nicaragua.
- Ciencia Hoy. (2021). Formas de labranza. Revista argentina <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy68/formasdelabranza.htm>
- Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología CONYCIT (2021). Plan de trabajo de ciencia, Tecnología, Innovación y emprendimiento 2021.

<http://www.conicyt.gob.ni/index.php/2021/01/13/conicyt-presento-plan-de-trabajo-de-ciencia-tecnologia-innovacion-y-emprendimiento-2021/>

Fassbender, H. W; Bormesza E. (1987). Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina. San José Costa Rica.

<https://repositorio.iica.int/handle/11324/6801>

Foth H.D. 1987. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Compañía editorial Continental, S.A, México 22, D.F.

García & Sequeira, (2017). Manejo y características de los suelos agrícolas de Colonia Providencia, Nueva Guinea, RACCS.

<https://www.lamjol.info/index.php/RUC/article/view/9913/11325#>:

Gutiérrez M.V. (1997). Nutrición mineral de las plantas, avances y aplicaciones.

[https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n01\\_127.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_127.pdf)

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC, 2016). Prácticas de conservación de suelos y agua. <https://www.tecnacional.edu.ni/media/Introducción.pdf>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2016). Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras. Conceptos y métodos.

<https://repositorio.iica.int/handle/11324/6144>.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017). Guía Técnica: obras de conservación de suelos.

<https://repositorio.iica.int/handle/11324/6144>.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2015) Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. Uruguay.

<http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>

Información Técnica Agrícola. INFOAGRO. (2017) El suelo y su estructura física. <https://mexico.infoagro.com/el-suelo-y-su-estructura-fisica/>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura INTAGRI. (2021). El zinc en los suelos. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/zinc-suelos-mexicanos>

Juárez, M.; Cerdan, M.; Sanchez-Sanchez, A. (s.f). Hierro en el sistema suelo-planta. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/HIERRO.pdf>

INTA/ FAO, (2001). Manejo integrado de la fertilidad de los suelos de Nicaragua. Proyecto (Manual del extensionista) GCP /NIC /025 /NOR. INTA/ FAO.

Kass, D. 1996. Fertilidad de Suelos. Editorial EUNED, San José, Costa Rica. <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>

K+S Agricultura. (2019). El microelemento Boro. [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/nutrients/boron.html](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/boron.html)

Laboratorio de Análisis de Suelos Agrícolas FERTIBOX. (2020). Análisis Agrícolas. <https://www.fertibox.net/single-post/macronutrientes-del-suelo>.

Núñez, S, J. (1981) Fundamentos de Edafología. <https://es.scribd.com/doc/262170152/Fundamentos-de-Edafologia-Jorge-Nunez-Solis>.

Obando Espinoza, Miguel (1992). Estudio Agroecológico de la zona de Nueva Guinea, Proyecto de Desarrollo Rural. Nueva Guinea-Muelle de los Bueyes –Rama. Convenio Nicaragua-Holanda.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Textura del suelo. [http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Estado Mundial del recurso suelo. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0f070cdd-1b6d-/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). El manejo el suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas Agrícolas. <http://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009). Guía para la descripción de suelo. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0f070cdd-1b6d-/>

Ortíz V. B. Ortíz S. C. A. (1990). Edafología. Editora V. Gómez Cueva. Universidad Autónoma de Chapingo.

Portillo, F. (2018) Guía técnica de conservación de suelo y agua. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

Ramírez, R. (1997). Propiedades físicas químicas y biológicas de los suelos. Santafé de Bogotá. <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14106>

Rodríguez I. 2001. Taller de Capacitación en Aspectos Básicos de la Ciencia del

Suelo y Clasificación de la Capacidad de uso de la Tierra. DR-GTZ. Managua.

SACSA. (2015). Características del suelo arcilloso. <https://www.gruposacsa.com.mx/caracteristicas-del-suelo-arcilloso/>

Sánchez Félix. 2001. Evaluación de la fertilidad del suelo. Infertilidad de suelos: diagnóstico y control, Bogotá, Colombia.

Sanzano A. (2019) Los factores de formación del suelo. <https://es.readkong.com/page/los-factores-de-formacion-del-suelo-9832209>

UNI (2016). Evaluación del sistema de riego por goteo en el cultivo de sandía de exportación (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) en la finca “el rodeo”, Tipitapa.

Universidad Nacional de la Plata (2019). Apunte de edafología curso edafología departamento de ambiente y recursos naturales facultad de ciencias agraria y forestales U.N.L.P

Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires. UNNOBA (2012). Determinación de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo. <https://www.unnoba.edu.ar/sitio/areas/proinsa/informes/>

Vargas Gilbert. (1992). Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. Dialnet-EstudioDelUsoActualyCapacidadDeUsoDeLaTierraEnAmer-5076073.pdf

Vélez, m., Vélez., J. (2002). Infiltración. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Hidráulica.

Zotarelli, M, Dukes, Morgan K. (2013). Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/AE/AE49600.pdf>

## IX. ANEXOS

### 9.1 Instrumentos a aplicados en la investigación (Guía de encuesta) aplicada a productores

#### I. Introducción

#### II. Información general

Nombre del productor (a): \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### III. Información específica

1. Tamaño del área finca (mz): \_\_\_\_\_
2. Área destinada a la producción agrícola (mz): \_\_\_\_\_
3. Cultivos agrícolas que usualmente maneja

Cultivo	Área (mz)	Observación

4. Método de preparación de suelo implementado
  - a. Labranza cero \_\_\_\_\_
  - b. Labranza mínima \_\_\_\_\_
  - c. labranza convencional \_\_\_\_\_
5. Sistemas de siembra utilizados
  - a. Al boleó
  - b. Al espeque
  - c. En arado
6. Periodo de uso continuo del suelo (años): \_\_\_\_\_
7. Periodo de descanso de los suelos (años): \_\_\_\_\_
8. Usa fertilizantes  
Sí \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_
9. Tipo de fertilizante que utiliza
  - Químicos \_\_\_\_\_
    - a. edáficos
    - b. Foliares
  - Orgánicos \_\_\_\_\_
    - a. sólidos
    - b. Líquidos
10. Ha aplicado cal sus áreas productivas  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ frecuencia \_\_\_\_\_ En qué cultivo \_\_\_\_\_  
Cantidad (qq/mz) \_\_\_\_\_
11. Implementación de abonos orgánicos  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
12. Tipos de abonos orgánicos  
Cantidad (qq/mz) \_\_\_\_\_  
Frecuencia: \_\_\_\_\_  
A qué cultivos: \_\_\_\_\_

13. Realiza rotación de cultivos

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

14. Cultivos que rota

---

15. Implementa el asocio de cultivos

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cultivos que asocia: \_\_\_\_\_

16. Implementación de obras de conservación de suelo

Tipo de obra de C.S	Tamaño (mz, ml)	Características	Observaciones
Barreras vivas, Acequias o zanjas a desnivel, Barreras muertas de piedra, Diques de piedra y postes para eliminar cárcavas, Trazado de curvas a nivel, Las zanjas de ladera, Barreras muertas, Terrazas, Labranza en contorno, Manejo de rastrojos			

17. Tiene acceso a la asistencia técnica para manejo de suelos agrícolas

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

18. tipo de asistencia técnica/evento

Capacitación \_\_\_\_\_ talleres \_\_\_\_\_ transferencia de tecnologías \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

19. Instancia que brinda la asistencia técnica: \_\_\_\_\_

20. Temas específicos en los que ha recibido asistencia técnica

---

21. Considera que la calidad de la asistencia técnica recibida es:

Excelente ( ) Buena ( ) Regular ( ) Deficiente ( )

22. Con qué frecuencia ha recibido la asistencia técnica

Semanal \_\_\_\_\_ Quincenal \_\_\_\_\_ Mensual \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

Tiene usted disposición de implementar acciones para mejorar sus suelos agrícolas.

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, explique \_\_\_\_\_

23. Cuáles han sido las limitantes para hacer un manejo adecuado del suelo

Técnicas \_\_\_\_\_ Económicas \_\_\_\_\_ Actitud \_\_\_\_\_

**Formato para la evaluación de los niveles de degradación del suelo**

Tipo de degradación	Nivel	Observación
Anegamiento		
Compactación		
Erosión eólica		

Erosión hídrica		
Degradación biológica		
Nivel: leve, moderada, severa		

### Formatos para la información del perfil químico del suelo

#### Toma de muestras para envío al laboratorio

Nombre del productor: \_\_\_\_\_ Profundidad de la muestra (cm): \_\_\_\_  
 Comunidad: \_\_\_\_\_ Historia del terreno: \_\_\_\_\_  
 Fecha de muestreo: \_\_\_\_\_ Uso actual del terreno: \_\_\_\_\_  
 Número de lote: \_\_\_\_\_ Peso de la muestra (g): \_\_\_\_  
 Número de muestra: \_\_\_\_\_

#### Caracterización del perfil del suelo

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción del perfil*
Horizonte O (H0)		
Horizonte A (HA)		
Horizonte B (HB)		
Horizonte C (HC)		
Horizonte R (HR)		
*Tener en cuenta actividad microbiológica, presencia de raíces, material orgánico, color del suelo, otros.		

Estructura: \_\_\_\_\_

Capacidad de infiltración: \_\_\_\_\_

Color del suelo: \_\_\_\_\_

Pendiente del suelo

$$P\acute{e}n\tilde{d}\tilde{i}e\tilde{n}t\acute{e} (\%) = \frac{\text{Distancia en vertical} * 100}{\text{Distancia en horizontal}}$$

#### Pendiente del terreno

Punto	Distancia vertical= altura (m)	Distancia horizontal (m)	Pendiente (%)
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			

Punto 5			
Punto 5			
<b>Total</b>			
<b>Promedio para el lote</b>			

### Rangos de pendiente

Rango de pendiente (%)	Descripción
0-4%	Plana a ligeramente inclinada
4-15%	Moderada a fuertemente inclinada
15-25%	Moderadamente empinada
25-50%	Empinada
Más de 50%	Muy a extremadamente empinada

### Cómo determinar la capacidad de infiltración del suelo

Hagamos un hoyo de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad, este lo llenamos hasta que el agua deje de fluir rápidamente, luego se le echa agua midiendo la cantidad que se ha echado y se mide el tiempo que el agua tarda en bajar cierta distancia, para conocer la velocidad de infiltración, podemos hacer comparaciones con la tabla de valores de la velocidad de infiltración que se muestra en la página siguiente.

Categoría	Velocidad
Infiltración muy lenta	1.27mm/h
Infiltración muy lenta	1.27mm/h – 5.08mm/h
Infiltración moderadamente lenta	5.08mm/h – 20.32mm/h
Infiltración moderada	20.32mm/h – 63.05mm/h
Infiltración moderadamente rápida	63.05mm/h – 127mm/h
Infiltración rápida	127mm/h – 254mm/h

Recuerde que debemos saber la velocidad a la que se infiltra el agua, la ecuación para esto es la de velocidad:

$$V = \text{Distancia} / \text{tiempo}$$

## 9.2 Aval del tutor

## AVAL DEL TUTOR

El tutor/a: JaSE JUAN AGUILAR MENESES, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final
- c. Artículo Técnico
- d. Otra forma de culminación de estudio (especifique):

Al producto titulada: Manejo y caracterización de suelos agrícolas de Comarca Los Pintos, Nueva Guinea, 2021 desarrollada por el o los estudiantes:

Br: Jesmer Antonio Aragón

Br. Ervin José Téllez Ríos.

De la carrera: INGENIERIA AGROFORESTAL, cumple con los requisitos establecidos en el régimen académico.

Nombre y apellidos del tutor o tutora: JOSÉ JUAN AGUILAR MENESES.

UEVA GUINEA

Extensión: NUEVA GUINEA

Fecha: 24 DE FEBRERO 2022

### 9.3 Análisis químico de suelo



#### INFORME DE ENSAYO - SUELO

Nº de Referencia:	5-20/022022	Registrado en:	DIAGNÓSTICO AGRO INNOVACIONAL	Fecha Recepción:	06/05/2022
Analista:	S-3003 (S-3003-USA)	Centro Analítico:	DIAGNÓSTICO AGRO INNOVACIONAL	Fecha Fin:	25/05/2022
Tipo Muestra:	SUELO AGRÍCOLA	Método:	30/01/2020	Contrato:	1748227-a
Mostrado por:	Clavel (*)	Cliente (N°):	---		
Descripción(*):	Tomas Alberto Obando				
Clave(*):	SAGSA CASAGRE NICARAGUA				

#### FERTILIDAD FÍSICA



#### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PII
pH (Extracto 1/2,5)	5,71		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	Extracto 1/2,5	PII-000
Cond. Eléctrica (Ind. 1/5)	< 70,0	µS/cm a 25°C	200	400	600	800	1000	Extracto 1/5	PII-000
Materia Orgánica	2,80	%	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	Compostado	PII-010
Nitrogeno Total	1,483	mg/kg	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000		PII-014
Fósforo Disponible Bray 1	< 0,30	mg/kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Bray-1/0,2	PII-024
Calcio Disponible	2,34	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Magnesio Disponible	0,26	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Potasio Disponible	0,08	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Sodio Disponible	0,04	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
pH en HCl (Extracto 1/2,5)	5,58							HCl	PII-030

#### MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PII
Boro	< 0,30	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Extracto Acacia	PII-210
Molibdeno (DTPA)	18,7	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	DTPA	PII-028
Manganeso (DTPA)	80,4	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	DTPA	PII-028
Cobalto (DTPA)	2,12	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	DTPA	PII-028
Zinc (DTPA)	3,34	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	DTPA	PII-028

#### COMPLEJO DE CAMBIO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PII
Capacidad de Cambio	2,0214	mg/100 g	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Ac 5000	PII-026
Magnesio de Cambio	0,49	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Potasio de Cambio	0,04	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Sodio de Cambio	< 0,05	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
Aluminio de Cambio	< 0,01	mg/100 g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Ac 5000	PII-026
EC equivalente	29,7								PII-018
Acidez intercambiable H+	< 0,01	mg/100 g							PII-2004

#### EXTRACTO DE PASTA SATURADA

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PII



#### INFORME DE ENSAYO - SUELO

Nº de Referencia:	5-20/022022	Tipo Muestra:	SUELO AGRÍCOLA
Descripción(*):	Tomas Alberto Obando	Fecha Fin:	25/05/2022

#### RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PII
relación C/N	8,20								PII-040

#### RELACIONES CATIONICAS



NOTA:  
Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. Sin sólo parental, los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar los incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestra, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Legible.

OBSERVACIONES (\*):

reCivA emisión: 25/05/2022  
  
Laura Argente Caro Martín