



# UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE

## URACCAN

### Monografía

Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas  
agrícolas de Nueva Guinea, 2021

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

#### **Autores:**

Br: Yorling Ezequiel Leiva Salgado

Br: Glenda Walkiria Rocha Zúniga

#### **Tutor:**

MSc. Carlos Álvarez Amador

Nueva Guinea, septiembre de 2021



# **UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE**

## **URACCAN**

### **Monografía**

Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas agrícolas de Nueva Guinea, 2021

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

#### **Autores:**

Br: Yorling Ezequiel Leiva Salgado

Br: Glenda Walkiria Rocha Zúniga

#### **Tutor:**

MSc. Carlos Álvarez Amador

Nueva Guinea, septiembre de 2021

Dedico el presente trabajo investigativo principalmente a DIOS, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, ya que gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho posible que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que en todo momento me apoyaron y compartieron sus conocimientos.

**Glenda Walkiria Rocha Zúniga**

Dedico el presente trabajo investigativo principalmente a Dios todo poderoso, por darme los conocimientos necesarios para continuar en este proceso y así cumplir una de mis metas en la vida.

A mi madre, por su amor incondicional, esfuerzo y apoyo en todos estos años, principalmente en esta trayectoria de investigación.

A todas las personas que me han apoyado que, con mucho cariño, me han orientado y encaminado en esta larga lucha para lograr con éxito este trabajo investigativo.

**Yorling Ezequiel Leiva Salgado**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Muy especialmente a **nuestros padres** por ser ejemplos de trabajos y esfuerzos, por brindarnos su apoyo y motivación incondicional en el transcurso de nuestra preparación académica

Agradecemos a los docentes de la **Universidad de la Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN)** por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Al **Ingeniero Carlos Álvarez Amador** tutor de nuestro trabajo de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Agradecemos al **Ingeniero José Santos Hurtado Duarte**, por su apoyo y dedicación incondicional.

A **los productores de las colonias aledañas de Nueva Guinea**, por su valioso tiempo y aporte para nuestra investigación.

## INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
III MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Generalidades sobre suelos.....	4
3.2. Definición de suelo .....	4
3.3. Importancia de los suelos agrícolas .....	5
3.4. Importancia ecológica del suelo .....	5
3.5. Componentes del suelo.....	6
3.6. Uso actual del suelo .....	7
3.7. Uso potencial del suelo .....	8
3.8. Características de los suelos de Nicaragua .....	8
3.9. Características de los suelos.....	9
3.10. Clases de uso del suelo .....	12
Tabla 1. <i>Clases de uso del suelo</i> .....	12
3.11. Degradación de suelos.....	15
3.12. Enfoques de la agricultura.....	18
4.13. Manejo de suelos agrícolas.....	22
3.14. Conservación de suelos y agua .....	22
3.15. Importancias de las obras de conservación .....	23
3.16. Objetivos de la conservación de suelos y agua.....	23
3.17. Necesidad de la conservación de suelos y agua.....	25
3.18. Maneras de conseguir la conservación de suelos y agua .....	25
3.19. Limitantes de la conservación de suelos y agua .....	25
3.20. Los principios de la conservación de suelos y aguas.....	26
3.21. Degradación y contaminación del suelo y el agua .....	27
3.22. Factores que determinan la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas .....	27
3.23. Técnicas de conservación de suelos y aguas .....	27

3.24. Clasificación funcional de las prácticas de conservación de suelos .....	29
Tabla 2. <i>Clasificación funcional de las prácticas de conservación de suelos</i> .....	29
3.25. Prácticas de conservación de suelos agrupadas según su naturaleza .....	30
Tabla 3. <i>Prácticas de conservación de suelos agrupadas</i> .....	30
3.26. Descripción de Técnicas de conservación de suelos y aguas.....	31
3.27. La clasificación de suelos y agua vista como un sistema.....	37
3.28. Tipos de niveles de pendiente .....	38
IV. METODOLOGIA Y MATERIALES .....	39
4.1. Ubicación del estudio .....	39
4.2. Enfoque de la investigación.....	39
4.3. Tipo de la investigación .....	39
4.4. Población, muestrea y muestreo .....	39
4.5. Técnicas e instrumentos.....	40
4.6. Variables del estudio .....	40
Tabla 4. <i>Operacionalización de variables</i> .....	40
4.7. Procesamiento y análisis de la información.....	43
4.8. Materiales utilizados .....	43
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
5.1. Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en los sistemas agrícolas de la zona en estudio.....	44
Tabla 5. <i>Obras de conservación de suelos y agua en las unidades de producción y el estado en que se encuentran</i> .....	47
Tabla 6. <i>Métodos de preparación de siembra, periodo de uso y descanso de los suelos agrícolas</i> .....	49
Tabla 7. <i>Tipos de fertilizantes utilizados y encalado de las áreas agrícolas</i> .....	51
5.2. Factores que influyen en la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua en áreas agrícolas.....	51
Tabla 8. <i>Factores que impiden la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, y acceso asistencia técnica</i> .....	52
5.3. Condiciones en la que se establecen y manejan las prácticas de conservación implementadas .....	52

Tabla 9. <i>Pendiente y clase de uso de suelo, y obras de conservación de suelo implementadas</i> .....	53
Tabla 10. <i>Tipos, indicios y causas de la degradación</i> .....	55
Tabla 11. <i>Asocio, rotación de cultivo y enfoque del sistema agrícola</i> .....	56
5.4. Alternativas de práctica de conservación de suelos recomendadas según las características de los sistemas.....	57
VI. CONCLUSIONES .....	64
VII. RECOMENDACIONES .....	65
VIII. REFERENCIAS .....	66
IX. ANEXOS .....	73
Anexo 1. Instrumento utilizado para el diagnóstico de identificación de productores .....	73
Anexo 2. Guía de encuesta/observación.....	74
Anexo 3. Galería de imágenes .....	78
Anexo 4. Aval del tutor .....	79

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clases de uso del suelo</i> .....	<b>12</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación funcional de las prácticas de conservación de suelos</i> .....	<b>29</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Prácticas de conservación de suelos agrupadas</i> .....	<b>30</b>
<b>Tabla 4.</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	<b>40</b>
<b>Tabla 5.</b> <i>Obras de conservación de suelos y agua en las unidades de producción y el estado en que se encuentran</i> .....	<b>47</b>
<b>Tabla 6.</b> <i>Métodos de preparación de siembra, periodo de uso y descanso de los suelos agrícolas</i> .....	<b>49</b>
<b>Tabla.</b> <i>Tipos de fertilizantes utilizados y encalado de las áreas agrícolas</i> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 8.</b> <i>Factores que impiden la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, y acceso asistencia técnica</i> .....	<b>52</b>
<b>Tabla 9.</b> <i>Pendiente y clase de uso de suelo, y obras de conservación de suelo implementadas</i> .....	<b>53</b>
<b>Tabla 10.</b> <i>Tipos, indicios y causas de la degradación</i> .....	<b>55</b>
<b>Tabla 11.</b> <i>Asocio, rotación de cultivo y enfoque del sistema agrícola</i> .....	<b>56</b>

## RESUMEN

La conservación de suelos y agua es el conjunto de acciones, medidas y estrategias, destinadas a evitar o mitigar la degradación de los recursos suelo y agua, así como a su mejoramiento y recuperación, de manera que rindan el mayor beneficio. De acuerdo con normas internacionales, la tasa de degradación del suelo permitida está calculada en cuatro toneladas por hectárea al año, sin embargo, en Nicaragua la degradación ronda las 40 toneladas anuales esto sobrepasa la tasa de degradación permitida.

La presente investigación se realizó en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea, Nicaragua, el propósito fue evaluar las prácticas de conservación de suelos y agua que implementan los agricultores. Este estudio es de carácter descriptivo, de enfoque cuantitativo. El universo estuvo constituido por dieciocho productores y sus unidades de producción que tuvieran fincas mayores a 12 manzanas de superficie, y un área agrícola no menores de 5 manzanas. Se aplicaron encuestas y se realizó observación en las áreas agrícolas, encontrando que el 78% de los productores no realizan prácticas de conservación de suelo y agua, un 88% tienen un enfoque agrícola con características de la revolución verde, el 59% implementan la rotación y asocio de cultivo, 47% están dispuestos a implementar prácticas de conservación de suelo y agua, pero, los conocimientos y recursos económicos son factores que le impiden, 91% de los productores estudiados aplican fertilizantes químicos (edáficos y foliares), 80% de las áreas agrícolas sufren degradación biológica, 75% sufren degradación química y un 70% sufren degradación física. Se concluye que falta de implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, está influyendo en la degradación de las unidades de producción, trayendo como consecuencia bajos rendimientos en la producción agropecuaria.

**Palabras clave:** conservación de suelo y agua, labranza, enfoque agrícola, degradación, clase de uso de suelo, pendiente, cultivo.

## **I.INTRODUCCIÓN**

La presente investigación es sobre las prácticas de conservación de suelos y agua, sabiendo que, desde el comienzo de la agricultura, la relación entre el hombre y la tierra de cultivo ha sido siempre crítica. El suelo es uno de los recursos naturales considerado no renovable, por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o manejar sus propiedades después de haber sido erosionado o deforestado físicamente (CONAFOR, 2004 como se citó en Gómez, 2014).

Por lo tanto, las características principales de prácticas de conservación de suelos y agua, es que la gran mayoría de los agricultores poseen suelos de baja fertilidad, lo que conlleva a bajos rendimientos en los cultivos. Estos bajos niveles de fertilidad son resultado de las prácticas inadecuadas de manejo que realizan al suelo como son: las quemas, el sobre pastoreo, excesos de labranza, riegos excesivos, siembra a favor de la pendiente facilitando la erosión, todas estas actividades produce pérdidas de nutrientes en el suelo (López, 2002 como se citó en Gómez, 2014).

Al respecto Zelaya, 2015 manifestó que, de acuerdo con normas internacionales, la tasa de degradación del suelo permitida está calculada en cuatro toneladas por hectárea al año, sin embargo, en Nicaragua la degradación ronda las 40 toneladas anuales y su recuperación es mucho más lenta

El municipio de Nueva Guinea se caracteriza por las altas precipitaciones y su principal actividad económica gira en torno a la agricultura y ganadería, esto ha provocado degradación de suelos por falta de conocimientos y asistencia técnica que promuevan las prácticas de conservación de suelo y agua. Este estudio se realizó en colonias aledañas a Nueva Guinea, (San Juan, Verdún, Río Plata, Los Ángeles, La Esperancita, Paraisito y La Sardina).

Según Gómez, (2014) el abuso de la maquinaria en las labores agrícolas está destruyendo los mejores suelos del país, la ganadería extensiva y el sobrepastoreo

es otra causa importante de la pérdida de suelo y el poco uso de prácticas de conservación y de manejo de los suelos, incide en la pérdida progresiva de la fertilidad.

La presente investigación es importante porque permitirá conocer las prácticas de conservación de suelo y agua que se están implementando en áreas agrícolas de las zonas aledañas a Nueva Guinea, Nicaragua. El suelo y agua se considera como los principales factores que influyen en la producción agrícola que constituye la seguridad alimentaria de las familias. La información generada sobre prácticas de conservación de suelo y agua será de utilidad para docentes universitarios, estudiantes, extensionistas y productores que tengan disponible el estudio realizado, lo que les permitirá tener el conocimiento sobre la situación actual de los suelos de las zonas aledañas a Nueva Guinea, y revertir los procesos de la degradación del suelo ya existentes, maximizar sus cosechas y mejorar sus sistemas de producción.

## **II.OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Caracterizar las prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas agrícolas aledañas de Nueva Guinea, 2021.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Describir las prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en los sistemas agrícolas de la zona en estudio.
- Determinar los factores que influyen en la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua en áreas agrícolas.
- Identificar las condiciones en la que se establecen y manejan las prácticas de conservación implementadas.
- Proponer alternativas de práctica de conservación de suelos y agua según sea necesario y/o según las características de los sistemas.

### **III MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Generalidades sobre suelos**

El suelo que utilizamos para la agricultura es una capa delgada que descansa sobre una base de rocas. Las gotas de lluvia caen con fuerza sobre el suelo deshaciendo progresivamente su estructura. El agua, al escurrirse, quita partículas y nutrientes al suelo y los transporta a las zonas bajas. Los arroyos y ríos arrancan la tierra de las riberas. El material arrastrado se sedimenta y rellena cauces y embalses, aumentando la probabilidad de inundaciones. El viento también arrastra partículas de tierra fértil, especialmente cuando está recién removida o en los períodos de sequía, produciendo en algunos lugares verdaderas tormentas de polvo (Álvarez, 2020).

El suelo es un recurso natural básico y un sistema dinámico compuesto de materiales orgánicos y minerales; sus propiedades se deben al efecto integrado del clima y el organismo vivo que actúan sobre el material parental en determinado periodo de tiempo, sirve de soporte para el crecimiento de las plantas del microorganismo edáficos y la micro fauna (Gómez, 2014).

#### **3.2. Definición de suelo**

El suelo es la cubierta superficial de una gran parte de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica (Betancourt y Calderón, 2013).

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos

de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce con el nombre de meteorización (Gómez, 2014).

### **3.3. Importancia de los suelos agrícolas**

Según García, (2018) manifiesta que el suelo en la agricultura es uno de los principales elementos, por no decir el principal, a la hora de producir alimentos. El suelo desempeña dos funciones básicas para la agricultura, las cuales se mencionan:

- Es la infraestructura ecológica de la mayoría de las plantas, y de casi el 100% de los cultivos.
- Continuamente les proporciona a los cultivos los nutrientes, el agua y el entorno gaseoso adecuado para los sistemas radiculares.

Sin embargo, el suelo en la agricultura no sólo juega un papel fundamental desde el punto de vista agronómico, también lo hace desde el punto de vista medioambiental. La salud del suelo puede ayudarnos a proteger la calidad de las aguas en los ecosistemas agrarios reduciendo el impacto de factores como la escorrentía y la lixiviación. Suelos bien manejados nos pueden ayudar a reducir el riesgo de que los productos fitosanitarios o fertilizantes puedan alcanzar las aguas superficiales o profundas debido a la erosión, a la escorrentía y en general el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables.

### **3.4. Importancia ecológica del suelo**

Según Gómez, (2014) el suelo constituye un conjunto complejo de elementos físicos, químicos y biológicos que componen el sustrato natural en donde se desarrolla la vida en la superficie de los continentes. Desde el punto de vista biológico las características del suelo más importante son su permeabilidad relacionada con la porosidad su estructura y su composición química. También

menciona que el suelo es un recurso fundamental para nuestra supervivencia este supone una fuente muy importante de alimento, por los cultivos que se desarrollan, pero también para que nuestra vida gire en torno a la disposición del territorio.

### **3.5. Componentes del suelo**

#### **Material mineral**

Se considera fracción mineral del suelo el material grueso (cascajos); las partículas intermedias (descomposición o desintegración) y las partículas finas (arena, limo y arcilla), en orden decreciente de tamaño. En éste se encuentran los nutrientes propios del suelo tales como: fósforo, magnesio, potasio, azufre, calcio, nitrógeno, entre otros; como resultado de la descomposición o desintegración del material madre (parental). El porcentaje ideal del material mineral en el suelo es de 45% (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2016).

#### **Materia orgánica**

Por lo tanto, INATEC, (2016) menciona que la materia orgánica está representada por los compuestos de origen biológicos presentes. Los tejidos vegetales y animales muertos, en sus diversos estados de descomposición y tipos de compuestos, se pueden considerar como materia orgánica.

El contenido de materia orgánica es variable, puede hallarse hasta un 5%, esto va a depender de la constante incorporación al suelo de residuos animales y vegetales que permiten el desarrollo de microorganismos en descomposición. Por lo tanto, es imprescindible mantener constante el contenido de ésta en el suelo.

## **Agua y aire**

El agua y el aire juntos ocupan de un 50 a un 60% del volumen, ambos componentes contenidos en los espacios porosos del suelo. El volumen que ocupan el agua y el aire es muy variable, intercambiándose entre sí, dependiendo del grado de humedad que el suelo presenta en un momento determinado (INATEC, 2016).

La importancia que reviste el agua en el suelo, está dada por las grandes cantidades que se deben almacenar para satisfacer las necesidades de las plantas durante su crecimiento y desarrollo, además que el agua en el suelo actúa como el conductor de muchos nutrientes esenciales para las plantas, es decir los hace disponibles para que puedan ser asimilables y aprovechables por ésta, formando así lo que se conoce como la solución del suelo. Otro aspecto importante es que el agua regula el contenido del aire y la temperatura del suelo.

El aire juega un papel importante en el suelo, porque permite que se realicen ciertas reacciones biológicas, como es la respiración de las raíces de las plantas y la descomposición de los residuos orgánicos por los microorganismos. Además, permite el intercambio gaseoso entre la superficie del suelo y la atmósfera que permiten a la planta aprovechar otros compuestos.

### **3.6. Uso actual del suelo**

Los bosques de Nicaragua han sido sometidos a un fuerte proceso de deforestación y degradación desde hace varias décadas, lo que ha llevado a la conversión de importantes áreas de suelos de vocación forestal a otro tipo de uso, especialmente agrícola y ganadero (INATEC, 2013).

De 1, 925 000 hectáreas de tierras arables que tiene Nicaragua, El 4.8% del suelo arable se deforesta cada año.

### **3.7. Uso potencial del suelo**

Se entiende por uso potencial del suelo la utilización más apropiada de este recurso natural dentro de cada patrón edafoclimático (Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], 2010).

El potencial para las actividades agrícolas se presenta mayoritariamente en la Región del Pacífico y los valles intramontanos de la Región Central. En esta última predomina el potencial forestal seguido del potencial ganadero y agrícola. En la Región del Caribe el potencial es eminentemente forestal con actividades agropecuarias bajo sistemas agroforestales y silvopastoriles. Las categorías de uso se clasifican en agrícola, pecuaria, forestal y de protección de los recursos naturales (Congreso Nacional del Medio Ambiente [CONAMA], 2018).

### **3.8. Características de los suelos de Nicaragua**

De acuerdo con MAGFOR, (2010) las características de los suelos de Nicaragua son: en la Región Caribe Sur el 73.3% de la zona estudiada en la región presenta una topografía plana (<15% de pendiente), que incluye la planicie costera del Caribe; el 7.1% presenta terrenos de topografía ondulada (15-30%); el 17.3% comprende terrenos con topografía fuertemente ondulada (30 a 50%), y apenas el 2.3% presenta una topografía escarpada (> de 50% de pendiente).

En la Región Caribe Norte y Sur debido a las condiciones del trópico húmedo, varían generalmente de ácidos a muy ácidos. La profundidad efectiva fluctúa de moderada a muy profunda (60 a >100 cm), variaciones que obedecen a la erosión de acuerdo a la topografía del terreno (MAGFOR, 2010).

La fertilidad aparente es de baja a muy baja por procesos de lixiviación y altas concentraciones de hierro, aluminio y manganeso (pH ácido a muy ácido); las texturas son predominantemente arcillosas con mucha friabilidad (MAGFOR, 2010).

En el departamento de Río San Juan el 58.9% de la región presenta una topografía plana (<15% de pendiente), que incluye las planicies inundadas de los humedales; el 32.2% presenta una topografía que varía de ondulada hasta quebrada (15-50%), y el 8.9% restante presenta una topografía escarpada (>50%), que se localizan en las cabeceras de los ríos Punta Gorda e Indio Maíz (MAGFOR, 2010).

Según el MAGFOR (2010), en Río San Juan, los suelos generalmente se desarrollaron a partir de rocas volcánicas básicas en las planicies y zonas montañosas (basaltos, andesitas, etc.), y rocas sedimentarias y sedimentos aluviales en las planicies bajas del lago Cocibolca (humedales de los Guatuzos). Por las condiciones del trópico húmedo, son generalmente ácidos y varían a muy ácidos con el incremento de la precipitación; la profundidad efectiva varía desde superficiales a muy profundos (40>100 cm), variaciones que se deben a la topografía del terreno y al grado de erosión, por otro lado la fertilidad aparente es una propiedad del suelo que va de baja a muy baja por la acidez, presencia de aluminio y manganeso; las texturas son predominantemente arcillosas; taxonómicamente los suelos han sido clasificados como Argiudolls (fertilidad buena), Tropudalfs (fertilidad media), Tropudults (fertilidad baja), Tropaquults (drenaje deficiente y fertilidad muy baja), e Hidraquents (humedales).

### **3.9. Características de los suelos**

#### **Características físicas**

##### **Textura del suelo**

La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales. Se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. El término textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo. Cada termino textural corresponde con una determinada composición

cuantitativa de arena, limo y arcilla. El triángulo de textura muestra los límites de arena, limo y arcilla contenido en las diferentes clases de suelos (Gómez, 2014).

## **Estructura**

Es el tamaño, la forma y el arreglo de las partículas primarias que forman las partículas compuestas, y el tamaño, forma y arreglo de las partículas compuesta". Lo que se considera como buena estructura depende de la velocidad con que el aire y el agua se mueva a través del suelo. La capacidad estructural del suelo se define: "como su capacidad para formar terrones espontáneamente y que estos terrones se dividen en pedazos pequeños granos, o agregados, sin la intervención del hombre" (Castillo, 2005).

## **Densidad Aparente**

La compactación del suelo es el incremento de la densidad aparente, que resulta de la aplicación de una carga o presión. Esta presión puede venir de fuerzas mecánicas aplicadas, de la contracción de algunos suelos al secarse y de la destrucción de la materia orgánica o de la estructura del suelo; sin embargo, los principales problemas de la compactación de los suelos se deben al uso excesivo de maquinaria agrícola y la práctica inoportuna de labranza, lo cual genera la formación de una capa dura inmediatamente debajo del suelo arado. A esta capa de suelo compactado se le llama piso de arado y limita la profundidad efectiva del suelo para la exploración de las raíces, también disminuye la velocidad de infiltración del agua, la porosidad del suelo y la aireación de las raíces y en casos severos puede impedir la producción económica de los cultivos (Gómez, 2014).

## **Características Químicas**

### **pH**

El pH es una de las propiedades química más importantes de los suelos, de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas no solo porque determina su solubilidad, sino porque controla el tipo de actividad biológica y por lo tanto la solubilidad de la materia orgánica, también tiene efecto sobre iones y sustancia toxicas, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de los suelos y raíces y enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (Munguía y Pacheco, 2013).

### **Relaciones Catiónicas**

El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg y K) define en gran parte el grado de fertilidad del suelo. Los suelos fértiles se distinguen porque tienen altos contenidos de Ca y Mg, mientras que los suelos muy ácidos generalmente presentan deficiencias de Ca y Mg (Munguía y Pacheco, 2013).

## **Características Biológicas**

### **Materia Orgánica**

Para la vida del suelo es muy importante, ya que esta mejora las propiedades físicas del suelo. Sin ella, el suelo se presenta más duro con lo que las raíces manifiestan gran dificultad para poder crecer. Es rica en nutrientes que sirven de alimento a las plantas. Mejora la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, debido a que su alto contenido de materia, produce un comportamiento en el suelo, similar al de una “esponja” (Gómez, 2014).

## Macro fauna

La macro fauna incluye aquellos animales del suelo que miden más de 1 cm de largo y un diámetro mayor de 2 mm, entre sus miembros se encuentran los termites, las lombrices de tierra, los escarabajos, las arañas, las larvas de mosca y de mariposa, los caracoles, los milpiés, los ciempiés y las hormigas. De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos (con mayor número de especies), aunque en abundancia predominan generalmente los termites y las hormigas y en biomasa las lombrices de tierra (Parajon y Martínez, 2013).

### 3.10. Clases de uso del suelo

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

Clase	Características (limitantes), usos
Clase I	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suelos con pocas limitantes para su uso agrícola.</li><li>• Son terrenos de pendiente suave (3% o menos), propensos a la erosión en forma leve (sin considerar el tratamiento que le impongan).</li><li>• Tienen buen drenaje natural y están de tal manera situados que no existe peligro de inundaciones.</li></ul>
Clase II	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requieren prácticas de conservación moderadas, o tienen limitantes que reducen la elección de los cultivos.</li><li>• Tienen una tendencia moderada a la erosión hídrica y eólica, profundidad efectiva de 50 a 100 cm.</li><li>• Barreras vivas y desvío de agua.</li><li>• Siembra en contorno a través de la pendiente.</li></ul>
Clase III	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tienen severas limitantes que reducen la elección de los cultivos o requiere prácticas especiales de conservación o ambos.</li><li>• Rotación de cultivos.</li><li>• Barreras vivas.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zanja de desvío, zanjas de drenaje, filtros.</li> <li>• Método intensivo de riego.</li> <li>• Suelos ondulados con pendientes entre el 7 y el 12%.</li> </ul>
Clase IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos, requieren prácticas de conservación y de manejo muy cuidadoso de ambos.</li> <li>• Estas clases es de transición entre las tierras adecuadas para cultivos limpios y las apropiadas para la vegetación permanentes.</li> <li>• La pendiente es entre mediana y fuerte (del 12 al 20%), desfavorables para retención de humedad.</li> </ul>
Clase V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> <li>• Suelos apropiados para praticanura o silvicultura sin limitaciones.</li> <li>• Son terrenos de poca pendiente (menos de 2%) que están expuestos a fuertes inundaciones.</li> <li>• Pertenecen a esta clase las ciénagas, difíciles de drenas pero que producen buenos pastizales.</li> </ul>
Clase VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene limitantes severas que los hacen inadecuados para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.</li> <li>• Son terrenos con pendientes moderadas (sin embargo, en ocasiones pueden llegar a ser hasta del 35% en suelos de buena retención de humedad)</li> <li>• Ofrecen muy escasas resistencia a la erosión por el agua.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo poco profundo (de 15 a 25 cm). Pueden tener excesiva pedregosidad, así como salinidad y/o sodicidad muy alta.</li> </ul>
Clase VII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las limitantes se incrementan, siendo no aptos para cultivos y con uso limitado a pasto, bosque o vida silvestre.</li> <li>• Terrenos escarpados, quebrados, erosionados o susceptibles a seria erosión severa y limitante químicas como el pH fuertemente ácido.</li> <li>• Su principal uso es la protección de suelos, agua, flora y fauna. Son aptos para mantener coberturas arbóreas permanentes.</li> </ul>
Clase VIII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos con limitantes tan extremas que están fuertemente restringidos y sólo pueden ser usados para protección de vida silvestre y cuencas de bosque.</li> <li>• Tiene restricciones fuertes de clima, salinidad o acidez extrema, drenaje totalmente impedido.</li> <li>• Útiles para explorar materiales para construcción.</li> <li>• Quedan incluidos los pantanos, los playones de arenas, las zonas atravesadas por numerosas cárcavas profundas. Las áreas muy escarpadas, abruptas, rocosas.</li> </ul>

Fuente: INATEC, 2016

### **3.11. Degradación de suelos**

#### **Definición de degradación de suelos**

Se considera como degradación del suelo a toda modificación que conduzca al deterioro del suelo. La degradación del suelo es la consecuencia directa de la utilización del suelo por el hombre. Bien como resultado de actuaciones directas, como la agrícola, forestal, ganadera, agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc. Actualmente existe una fuerte tendencia que clama por una utilización racional del suelo. Sus principios se agrupan en lo que se conoce por conservación de suelos. Las teorías conservacionistas persiguen obtener máximos rendimientos, pero con mínima degradación (Centeno *et al.*, 2007).

La degradación del suelo se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad. Ella tiene expresión en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica). La degradación del suelo no es otra cosa que la reducción de la capacidad del suelo para mantener una productividad sostenida. La sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia de la tierra; en otras palabras, su capacidad para recuperar rápidamente los niveles anteriores de producción o para retomar la tendencia de una productividad en aumento después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones o abandono, mal manejo humano, entre otros factores (Sánchez, 2013).

Conservar el suelo significa la utilización de prácticas de protección y mejoramiento, de tal forma que se controle la degradación física, química y biológica, que permita el incremento de las cosechas. Es importante incorporar todas las prácticas apropiadas a las condiciones biofísicas y ambientales dentro del sistema de

producción, Las prácticas de conservación de suelo reducen la pérdida del recurso agua (INATEC, 2016).

### **Causas de la degradación**

Según Castillo, 2005 se han identificado 5 causas diferentes de intervención física que generan degradación de suelos. Siendo éstos:

- Deforestación y remoción de la vegetación natural.
- Sobre pastoreo.
- Inapropiado manejo de las actividades agrícolas.
- Sobreexplotación de la cobertura vegetal para uso doméstico.
- Actividades bio-industriales que conducen a la contaminación química.

Por otra parte, López, 2002 señala que el suelo en su condición de uso primario es susceptible de recibir impacto que puede expresarse en diferentes formas de degradación e inclusive en la pérdida irreversible del mismo. Dicho impacto, en términos generales, puede ser producido por tres causas fundamentales: la ocupación, la contaminación y la sobreexplotación.

### **Tipos de degradación**

Según Castillo, (2005) menciona los tres tipos de degradación del suelo siendo las siguientes:

#### **Físicas**

La degradación física se refiere a los cambios adversos en las propiedades físicas de suelos tales como: formación de costra, reducción de la permeabilidad, compactación, falta de aireación, degradación de la estructura (estabilidad estructural) y limitaciones al crecimiento radicular. Las principales causas de la degradación física o estructural pueden ser originadas por el manejo (inadecuado

de la labranza ya sea por uso excesivo de maquinaria agrícola pesada, o por el exceso de carga animal en un pastizal que da lugar a un sobre pastoreo que compactan los suelos de uso pecuarios), o ser de índole natural, lo cual implica altos contenidos de limo y arena fina y muy fina, bajos contenidos de materia orgánica y presencia de minerales micáceos (Castillo, 2005).

### **Químicas**

Es la pérdida de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na, Bo) o de fertilidad, acidificación y alcalización, salinización y contaminación por uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes. Aparte de las pérdidas debidas a la erosión, los cultivos se van agotando paulatinamente los nutrientes del suelo, especialmente si se establece un monocultivo en la misma tierra. La degradación química puede ser acidificación o de saturación de Bases, en suelos con buen drenaje y poco CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) en los climas muy húmedos pierden sus bases por lixiviación, ésta pérdida de bases o de saturación hace que el suelo se vuelva ácido (Castillo, 2005).

### **Biológicas**

Según Castillo (2005), la degradación biológica es conocida como las modificaciones y/o pérdidas de materia orgánica y actividades biológicas de los suelos (alteración de la flora fauna del suelo, micro-flora, lombrices, etc.). Entre los problemas que ocasiona la pérdida de materia orgánica en el suelo podemos mencionar los siguientes:

- Modificación de las propiedades físicas (compactación, encortamiento, retención de humedad, inestabilidad estructural y otros).
- Modificación de propiedades químicas (disminución de la capacidad de intercambio de cationes, des-nitrificación, lixiviación, acidificación, fijación de nutrientes).

- Modificación de propiedades biológicas (disminución de la actividad de microorganismos del suelo).

### **3.12. Enfoques de la agricultura**

Según Álvarez, (2020) la agricultura ha transitado diversos enfoques, los que han obedecido a contextos propios de la época en que se han dado; entre los principales enfoques se destacan:

#### **Agricultura Tradicional**

La agricultura tradicional se define como las prácticas agropecuarias indígenas, consecuencia de la evolución conjunta de los sistemas sociales y medioambientales autóctonos y que muestran un nivel alto de sentido ecológico expresado a través del uso intensivo de los conocimientos y recursos naturales autóctonos, que incluyen la gestión de la agrobiodiversidad mediante sistemas agropecuarios diversificados (Álvarez, 2020).

#### **Características de la agricultura tradicional**

Álvarez (2020), menciona las siguientes características de la agricultura tradicional:

- Diversidad vegetal en forma de policultivos o de sistemas agroforestales.
- Poca tecnificación y uso de la tecnología.
- Su producción suele alcanzar únicamente para el consumo del agricultor.
- El agricultor utiliza herramientas rusticas como, el azadón, la pala, espeque.
- En caso de poseer un tractor, éste no es utilizado a su máximo potencial, entre otros más.

## **Ventajas de la agricultura tradicional**

Entre las ventajas de la agricultura tradicional Álvarez (2020), menciona las siguientes:

- Respeta las tradiciones y conocimientos ancestrales.
- Es amigable con el ambiente.
- Libre de agroquímicos y fertilizantes.
- Se promueve la economía del agua, pues se cosecha en condiciones de lluvia y sol.

## **Agricultura Convencional (Revolución verde)**

La Agricultura convencional se define como un sistema de producción agropecuaria basado en el alto consumo de insumos externos al sistema productivo natural, como energía fósil, abonos químicos sintéticos y pesticidas. La agricultura convencional no toma en cuenta el medio ambiente, sus ciclos naturales, ni el uso racional y sostenible de los recursos naturales (Álvarez, 2020).

## **Características de la agricultura convencional**

Álvarez (2020), menciona las siguientes características de la agricultura convencional:

- Sistema que utiliza todas las herramientas tecnológicas disponibles.
- Prepara el suelo con labranza mínima o intensiva.
- Utiliza semillas tradicionales, semillas mejoradas y certificadas como semillas tratadas.
- Nutre y protege al cultivo con tecnologías de síntesis química u orgánica.
- Tiende a ser más extensiva y productiva por el uso de las herramientas que facilitan esta modalidad.

## **Ventajas**

Entre las ventajas de la agricultura convencional Álvarez (2020), menciona las siguientes:

- Productividad alta.
- Resultados productivos a corto plazo.
- Resultados agronómicos a corto plazo.
- Utiliza todas las herramientas tecnológicas disponibles.
- Prepara el suelo con labranza mínima o intensiva.
- Utiliza semillas tradicionales, semillas mejoradas y certificadas como semillas híbridas, transgénicas.
- Nutre y protege al cultivo con tecnologías de síntesis química u orgánica.
- Tiende a ser más extensiva y productiva por el uso de las herramientas que facilitan esta modalidad.

## **Agricultura sostenible**

Es aquella que garantiza la satisfacción de las necesidades nutricionales básicas de las generaciones actuales y futuras, y aporta diversos beneficios económicos, sociales y ambientales. Proporciona empleo duradero, ingresos suficientes y condiciones de vida y trabajo dignos para todos los involucrados en la producción agrícola. Mantiene –y, siempre que es posible, mejora –la capacidad productiva de la base de los recursos renovables, sin perturbar el funcionamiento de los ciclos ecológicos y los equilibrios naturales esenciales, ni destruir las características socioculturales de las comunidades rurales, ni contaminar el medio ambiente (Álvarez, 2020).

## **Características de la agricultura sostenible**

Según Álvarez (2020), los componentes de una agricultura sustentable no son sólo económicos, sino también ecológicos y sociales. Por eso, en casi todas las definiciones se presentan los siguientes elementos:

- El mejoramiento y la conservación de la fertilidad y de la productividad del suelo con estrategias de manejo (insumos de bajo costo).
- La satisfacción de las necesidades humanas.
- La viabilidad económica.
- La equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad.
- La minimización de los impactos, protección y mejoramiento del ambiente.
- La durabilidad del sistema en el largo plazo en lugar de la rentabilidad de corto plazo.

Es decir, la agricultura sustentable debe abarcar las dimensiones económicas, sociales y ambientales.

## **Ventajas**

Álvarez (2020), menciona las siguientes ventajas que tiene la agricultura sostenible:

- Aprovecha los recursos naturales sin deteriorarlos
- Estimula, recupera y mantiene la fertilidad natural de los suelos
- Protege las especies nativas, vegetales y animales
- Estimula la biodiversidad animal y vegetal
- Fabrica sus propios insumos para la producción agrícola
- Diversifica la producción, tanto vegetal como animal como estrategia para garantizar la autosuficiencia del agricultor.

#### **4.13. Manejo de suelos agrícolas**

##### **Definición de manejo de suelos agrícolas**

Son aquellas actividades que se hacen para la preparación de un terreno con el propósito de garantizar la calidad del producto y los mejores rendimientos de los cultivos.

También pueden ser todas las acciones que se realizan en la producción de hortalizas, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, el embalaje y el transporte, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y la salud y el bienestar de los trabajadores (FAO, S.F).

##### **Manejo adecuado de suelos**

Un manejo adecuado de los suelos es brindar lo que las plantas necesitan para su desarrollo tales como agua, nutrientes, oxígeno y un medio físico que permita la germinación de las semillas.

#### **3.14. Conservación de suelos y agua**

##### **Definición de conservación de suelos y agua**

La conservación de suelos y agua (CSA), puede definirse como el conjunto de acciones, medidas y estrategias, destinadas a evitar o mitigar la degradación de los recursos suelo y agua, así como a su mejoramiento y recuperación, de manera que rindan el mayor beneficio colectivo mediante el flujo sostenido de sus funciones básicas, optimizando y diversificando las opciones de desarrollo de las generaciones presentes y futuras (CONAMA, 2018).

Las medidas o estrategias en conservación de suelos y agua son diversas y abarcan diferentes ámbitos, pudiendo considerarse aquellas de carácter tecnológico, económico, social, institucional, legal, cultural y político. Todo programa de CSA debe considerar todas estas opciones en diferentes combinaciones de acuerdo a las situaciones particulares y los objetivos perseguidos. Rara vez una medida de carácter técnico tiene éxito si no se apoya en una o más de las otras medidas mencionadas (CONAMA, 2018).

### **3.15. Importancias de las obras de conservación**

Para esto bebemos de tener técnicas de conservación de suelos la importancia de la conservación y mejoramiento de suelos para la producción agrícola y la aplicación de las medidas de seguridad e higiene (Gómez, 2014).

La importancia de estas obras es para que el suelo constituya un sistema abierto, con entradas de tipo atmosféricas y salidas que pueden ser superficiales, en forma de escurrimiento y erosión. Por otro lado, en el cuerpo mismo del suelo se producen una serie de transformaciones que involucran la presencia de microorganismos, agua, raíces, intercambio de gases, descomposición y neo formaciones, entre muchos otros procesos (Gómez, 2014).

### **3.16. Objetivos de la conservación de suelos y agua**

El objetivo de realizar obras de conservación es aprovechar mejor el agua: aumentar la infiltración del agua en el suelo. Fuera del suelo se pierde toda el agua de la esorrentía que no logra infiltrarse; esta agua no puede ser aprovechada por los cultivos, las obras de manejo de suelo y agua permiten el almacenamiento y/o el aprovechamiento del recurso hídrico, dando un uso sostenible al suelo (Salgado, 2018).

Para mejorar la fertilidad de los suelos y prevenir con más eficiencia las plagas y enfermedades. La conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, consiste también en la aplicación de medidas que ayuden a mejorar la fertilidad del suelo con el propósito de evitar las pérdidas de suelo por erosión y mejorar el rendimiento de los cultivos (Salgado, 2018).

Según Salgado (2018) las ventajas de la conservación de suelos y agua son las siguientes:

### **Suelo**

- Reducción de la erosión
- Incremento en los niveles de materia orgánica
- Mejora de la estructura
- Mayor biodiversidad
- Incremento de la fertilidad natural del suelo

### **Aire**

- Fijación de carbono
- Menor emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera

### **Agua**

- Menor escorrentía
- Menor contaminación de aguas superficiales
- Mayor capacidad de retención de agua
- Menor lixiviado de nutrientes
- Menor riesgo de inundaciones

### **3.17. Necesidad de la conservación de suelos y agua**

La mayor necesidad de conservar el suelo y agua, es principalmente el factor de producción, es clave para la producción agrícola sostenible. El suelo y el agua sustentan la producción de biomasa en general, y de productos agropecuarios (alimentos), en particular. El suelo provee materias primas, garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, el almacén del patrimonio geológico, facilita la reserva de agua, el ciclo de nutrientes y la reserva de la biodiversidad. Así, es crucial para satisfacer la necesidad de cultivos y el bienestar de la población creciente. Maneras de conseguir la conservación de suelos y agua (FAO, 2015).

### **3.18. Maneras de conseguir la conservación de suelos y agua**

Álvarez, (2020) menciona que las estrategias básicas para la Conservación de Suelos y Aguas se pueden agrupar en:

- ✓ Aplicación del Marco Legal
- ✓ Educación Ambiental
- ✓ Asistencia Técnica
- ✓ Planificación de Uso y Ordenación del Territorio
- ✓ Prácticas de Conservación
- ✓ Compensación o Pago por Servicios Ambientales.

### **3.19. Limitantes de la conservación de suelos y agua**

Los efectos de degradación de suelos son numerosos. Entre ellos se incluye la disminución de la fertilidad del suelo, elevación de acidez, salinidad, alcalinización, deterioro de la estructura del suelo, erosión eólica e hídrica acelerada, pérdida de la materia orgánica y de biodiversidad. Como resultado la productividad y los ingresos referentes de la agricultura se disminuyen, la migración hacia áreas urbanas se incrementa y la pobreza rural se aumenta (FAO, 2015).

### **3.20. Los principios de la conservación de suelos y aguas**

#### **El uso de la tierra**

América Latina y el Caribe (ALC), tienen las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo. Cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques, pero esta cifra se está reduciendo rápidamente producto de la expansión del territorio agrícola. Durante los últimos 50 años (1961 - 2011), la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas, con la mayor expansión en América del Sur: de 441 a 607 millones de hectáreas (FAO, 2015).

Sin embargo, la expansión de la producción ha ido, generalmente, de la mano del uso intensivo de insumos, degradación de suelos y aguas, reducción de la biodiversidad y deforestación, bajo una lógica orientada al mercado que no solamente pone en riesgo la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, sino también los modos de vida de las personas, en particular de los más vulnerables (FAO, 2015).

#### **El uso del agua**

El manejo del suelo puede afectar significativamente a la cantidad y calidad de agua disponible en una cuenca. El balance hidrológico se ve alterado producto de la deforestación, los cambios del uso del suelo y la cobertura vegetal, la sobre explotación de los acuíferos y el drenaje de cuerpos de aguas naturales. En las tres últimas décadas la extracción de agua se ha duplicado en ALC con un ritmo muy superior al promedio mundial. En esta región, el sector agrícola y, especialmente, la agricultura de riego, utiliza la mayoría del agua, con un 70% de las extracciones. Le sigue la extracción para el uso doméstico con un 20% y la industria con un 10%. Vale destacar en esta sección que el suelo es un excelente reservorio de humedad, lo que reafirma la conveniencia de manejar integralmente suelo y agua (FAO, 2015).

### **3.21. Degradación y contaminación del suelo y el agua**

La degradación del suelo (física, química y biológica), se evidencia en una reducción de la cobertura vegetal, la disminución de la fertilidad, la contaminación del suelo y del agua y, debido a ello, el empobrecimiento de las cosechas. El 14% de la degradación mundial ocurre en ALC, siendo más grave en Mesoamérica, donde afecta al 26% de la tierra, mientras que en América del Sur se ve afectado el 14% de la tierra. Las principales causas de la degradación incluyen la erosión hídrica, la aplicación intensa de agro químicos y la deforestación, con cuatro países de ALC que tienen más del 40% de su territorio nacional degradado y con 14 países con un porcentaje de entre 20% y 40% del territorial nacional degradado (FAO, 2015).

### **3.22. Factores que determinan la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas**

Uno de los factores importantes que influyen, es la correspondencia entre los propósitos de los agricultores y el de las prácticas de conservación. De manera general las razones, objetivos o propósitos por lo cual ellos establecen prácticas de conservación de suelo y agua, están dirigidos a disminuir la erosión de los suelos, aumentar fertilidad, mantener la humedad y la materia orgánica en el suelo. La integración de dichos objetivos ha sido focalizada a mejorar los rendimientos de los cultivos (López, 2008).

### **3.23. Técnicas de conservación de suelos y aguas**

Las técnicas de conservación de suelo y agua son aquellas actividades que se ejecutan para evitar las pérdidas de los suelos por causa de la erosión, son muy diversas y deben ser seleccionadas en función de la pendiente del terreno, del largo de ella, de la vegetación existente en cada lugar y del costo y obedecen a tres principios fundamentales; favorecer la cobertura vegetal del suelo, mejorar la

infiltración del agua y reducir o evitar que ella escurra sobre la superficie (Pineda, 2012).

La conservación de suelo y agua es aplicar técnicas o prácticas que contribuyen a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para mantener su capacidad productiva. Con las técnicas de conservación de suelos se reduce o elimina el arrastre y pérdida del mismo por acción de la lluvia y el viento, se mantiene o se aumenta su fertilidad y con esto, la buena producción de los cultivos (Pineda, 2012).

También la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2004 dice que existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelos que son sencillas, de relativo bajo costo, de fácil aplicación y de aceptación por los agricultores; entre ellas tenemos:

- ✓ La siembra de plantas de coberturas y abonos verdes.
- ✓ El uso de estiércol y aboneras orgánicas.
- ✓ La labranza conservacionista o labranza mínima.
- ✓ Los sistemas agroforestales.
- ✓ La siembra en curvas a nivel o siembra al contorno.
- ✓ Las barreras vivas.
- ✓ Las barreras o muros de piedra.
- ✓ Las terrazas individuales

### 3.24. Clasificación funcional de las prácticas de conservación de suelos

**Tabla 2.** *Clasificación funcional de las prácticas de conservación de suelos*

Según su naturaleza	Según su intensidad/frecuencia/necesidad	Según estrategia principal o forma de distribución en el terreno	Según su función
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Culturales</li> <li>• Agronómicas/Biológicas</li> <li>• Mecánicas</li> <li>• Casos especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas comunes</li> <li>• Prácticas de soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicadas uniformemente (coberturas)</li> <li>• Aplicadas en forma intermitente (Barreras)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento del suelo</li> <li>• Manejo de coberturas vegetales</li> <li>• Reducción de la velocidad del escurrimiento</li> <li>• Captación y/o conducción del escurrimiento</li> <li>• Modificación de la pendiente del terreno</li> <li>• Prácticas complementarias</li> </ul>

Fuente: Rodríguez, 2018

### 3.25. Prácticas de conservación de suelos agrupadas según su naturaleza

**Tabla 3.** *Prácticas de conservación de suelos agrupadas*

<b>Culturales</b>	<b>Agronómicas/ biológicas</b>	<b>Mecánicas/Ingenieriles</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización y enmiendas químicas y orgánicas</li> <li>• El riego conservacionista</li> <li>• Los sistemas de siembra conservacionista</li> <li>• La labranza conservacionista</li> <li>• Despedramiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las coberturas sobre el suelo</li> <li>• Los abonos verdes</li> <li>• Los cultivos en franjas</li> <li>• Los rollos de vegetación</li> <li>• Las barreras vivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canales de desviación y acequias de laderas</li> <li>• Zanjas de absorción</li> <li>• Terrazas</li> <li>• Diques o presas de retardación y sedimentación</li> </ul>
<p>Casos especiales en conservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de cárcavas</li> <li>• Estabilización de taludes</li> <li>• Control de erosión de sedimentación en áreas de construcción, minerías, otros.</li> <li>• Control de erosión de banco de río</li> <li>• Restauración de la vegetación en áreas intervenidas</li> </ul>		

Fuente: Rodríguez, 2018

### **3.26. Descripción de Técnicas de conservación de suelos y aguas**

#### **Físicas o mecánicas**

##### **Acequias**

Son canales que se construyen a nivel, en dirección transversal a la pendiente, para retener, conservar y ayudar a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre las laderas. Por esta razón se recomiendan para zonas con baja precipitación lluviosa: trópico seco y subtropical seco (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 1999).

En una obra física de conservación de suelos y agua, (CSA) como la acequia, la barrera viva o la barrera muerta, el agua se detiene y como no corre a lo largo de la curva porque ésta es completamente plana, se infiltra a las capas inferiores del suelo, favoreciendo al cultivo con mayor humedad (IICA, 1999).

Según López (2008) las acequias se construyen en zonas húmedas y tiene el objetivo principal de mejorar la infiltración de agua permitiendo al mismo tiempo el drenaje de aguas excedentes. Se recomienda dividir la zanja con tabiques para limitar la evacuación de agua a aguas ascendentes. Además, se recomienda para zonas con lluvias fuertes, pero con alto riesgo de canículas (costa pacífica) de hacer acequias más profundas y de hacer un camellón en el lado inferior de la acequia para incrementar la cantidad de agua atrapada y para reducir el riesgo de desagües a las parcelas.

##### **Curvas a nivel**

Las curvas a nivel en laderas de cultivo son líneas o trazos imaginarios que tienen la misma altura en cualquier punto de la pendiente. Para trazar una curva se utilizan instrumentos sencillos, como el Aparato A, y siguiendo la ruta de estas curvas se

construyen la mayoría de obras físicas de Conservación de Suelos y Agua (CSA) (IICA, 1999).

Las curvas a nivel se pueden realizar, utilizando el nivel tipo A, es el instrumento más sencillo y fácil de construir. Requiere únicamente de 3 reglas de madera; dos de un mismo tamaño y otra más corta; además; un cordel; un lápiz para marcar y una botella o piedra que sirva de plomo. Cuando este nivel es colocado sobre el terreno, se busca que el cordel se ubique en el centro, donde está la marca, lo que indicará que las dos patas se encuentran a un mismo nivel sobre la pendiente, al ir moviendo el nivel A sobre el terreno e ir marcando con estacas, se puede trazar una línea, la cual se llama comúnmente curva a nivel (Guzmán, 2012).

## **Agronómicas o biológicas**

### **Labranza mínima**

Según Bronzoni et al., 1994 la labranza mínima se aplica en los siguientes cultivos. La labranza mínima continua manual se aplica bien en parcelas grandes en laderas con cultivos extensivos en hileras (maíz, frijoles y arroz) labranza mínima individual se aplica bien en parcelas más pequeñas en laderas en cultivo como yuca, cucurbitáceas, camotes, tomates y chile labranza cero se aplica en parcelas extensivas para granos básicos en su forma mecanizadas se aplica para cultivos intensivo de maíz, frijol, sorgo, y arroz.

Es un sistema que busca alterar al mínimo las condiciones del suelo, solo con lo suficiente para que el cultivo desarrolle, con el objetivo de reducir los requisitos de energía y trabajo de los cultivos, conservar la humedad de lo suelo, reducir erosión, evitar el paso de maquinaria que provocan la compactación (Lumbi y Muñoz, 2017).

## **Ventajas**

La cantidad de trabajo requerido para preparar la tierra se reduce mucho en labranza mecanizada de siembra directa se mejora progresivamente la estructura de los suelos gracias a la descomposición e incorporación de la materia orgánica de los rastrojos (García y Sequeira, 2018).

## **Labranza cero**

Según Bronzoni et al., 1994 define que para labranza cero se usan implementos que depositan las semillas en el suelo sin hacer ningún tipo de labranza:

- a) A nivel manual se parte del simple palo para hacer hueco para siembra hasta la sembradora manual para inyectar la semilla y a veces fertilizantes al suelo.
- b) Existen sembradoras para labranza cero a tracción animal de una o dos hileras para cultivos en hileras; trabajan con rejas de disco o con ruedas estrellas.
- c) Existen sembradoras para siembra de pastos, cereales y para cultivos de hileras para tractores. Según las características del suelo trabajan con cincales disco sencillos o dobles discos o también con ruedas estrellas; los dobles discos son los más comunes; para asegurar la penetración uniforme a la profundidad de siembra deseada en suelos duros estas sembradoras son general muy pesadas; la distancias entre rejas de una fila no puede ser demasiada estrecha para asegurar la pasada en los rastrojos; por este motivo las rejas estas puestas en dos o tres filas logrando distancia mínima entre surco de alrededor de 15 cm (Bronzoni et al., 1994).

## **Labranza convencional**

La labranza convencional involucra la inversión del suelo, normalmente con el arado de vertedera o del arado del disco como labranza primaria, seguida por labranza secundaria con la rastra de disco; el propósito principal de la labranza primaria es

controlar las malezas por medio de su enterramiento, y el objetivo principal a la labranza secundaria es desmenuzar los agregados y crear una cama de siembra; el control de malezas siguiente se puede hacer por medio de cultivaciones o herbicidas. Las características negativas de este sistema es que al suelo le falta una protección de rastros y queda casi desnudo, por lo tanto, es susceptible a las pérdidas de suelo y agua debido a los procesos de erosión (Bronzoni et al., 1994).

### **Rotación y asocio de cultivos**

Según García y Sequeira (2018), en armonía con la madre tierra la rotación y asocio de cultivo permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y es un manejo de suelo que si se práctica con leguminosas se enriquece el suelo con nitrógenos a causa de las simbiosis que se establece entre las raíces de las leguminosas y las bacterias fijadoras de nitrógenos, la asociación de cultivo permite y compone un gran método de control biológicos de plagas y enfermedades.

### **Ventajas**

- Se usan cultivos como exigencia alimentaria distintas, lo cual permite el uso racional del suelo, al contrario del monocultivo. No provoca desbalance de nutrientes del suelo (Bronzoni et al., 1994).
- Permite el mejoramiento de la productividad del suelo con el uso de leguminosa o de praderas temporarias (Bronzoni et al., 1994).
- Control de plagas y enfermedades. un ejemplo lo constituye el control de nematodos en papas por rupturas del ciclo biológico (Bronzoni et al., 1994).

## **Abonos verdes**

Alfonso y Monedero (2004) definen el abono verde como aquel cultivo que se siembra con el objetivo de obtener o producir materia vegetal (biomasa) para ser incorporada al suelo o para dejarlo en cobertura permanente (cultivo de cobertura) y las mejoras que se le atribuyen son:

- Enriquecimiento en humus de los suelos.
- Protección del suelo.
- Activación de la vida microbiana.
- Reducción de malezas y los costos de limpieza.
- Reducción de enfermedades y plagas.
- Acción sobre la dinámica de los elementos fertilizantes.
- Conservación de la humedad si se deja semienterrado o en cobertura

Los abonos verdes son altamente recomendados en terrazas recién construidas o en áreas recién rehabilitadas en donde no existan otras fuentes de abono orgánico y los agricultores que no puedan usarlos en estas situaciones se recomienda dejar al máximo el follaje y residuos de los cultivos anteriores en el campo, sin quemarlos (Bronzoni et al., 1994).

La práctica de los abonos verdes en la agricultura es el cultivo de especies nativas o introducidas, perennes o anuales asociadas o no; en rotación o sucesión entre los cultivos, con la finalidad de proteger, recuperar, aportar, y mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales de los suelos (García y Sequeira, 2018).

## **Ventajas**

Según Bronzoni et al, (1994) las ventajas de los abonos verdes son:

- Fijación del nitrógeno atmosférico
- Reducción de las pérdidas de nitrógeno por lixiviación gracias a la captación del nitrógeno durante la descomposición del material
- Restitución al suelo de fósforo y potasio que ha sido absorbido en parte en el subsuelo.

## **Prácticas agroforestales**

### **Barreras vivas**

Las barreras vivas sirven para reducir la velocidad del agua de escorrentía y además actúan como filtros vivos atrapando los sedimentos que lleva el agua que ocurre sobre el suelo (Bronzoni et al., 1994).

Las barreras vivas impiden que el flujo del agua adquiera una velocidad erosiva, al cortar el largo de la pendiente en pequeñas longitudes. Permiten al limo sedimentar a la vez que favorecen la infiltración del agua en las laderas. Por lo tanto, alargan el tiempo de concentración, y logran que el agua en exceso llegue al pie de las laderas sin haber sido concentradas en algún lugar (Bronzoni et al., 1994).

### **Ventajas**

Según Bronzoni et al., 1994 define que el establecimiento de barreras vivas es de bajo costo ya que se utiliza la mano de obra del agricultor, necesita pocas herramientas y se busca materiales locales para las barreras son de fácil adopción para el agricultor (trazado sencillo y fácil establecimiento).

## **Cultivos en callejones**

Los cultivos en callejones consisten en el establecimiento de hileras de árboles y arbusto intercalados con cultivos agrícolas. El objetivo de sembrar hileras de árboles, es la producción de abonos verdes para el mejoramiento de estructura del suelo, aumento de la fertilidad y protección del mismo (Zeledón y Cáceres, 1999).

Según Rodríguez, 1993 se ha demostrado que el sistema en callejones contribuye a mantener la fertilidad de los suelos y permite obtener rendimientos estables del cultivo asociado. Esto es debido a que existen árboles o arbusto con potencial para restaurar la fertilidad y mantener una producción estable del cultivo.

## **Ventaja**

Los sistemas de cultivos en callejones radican en que, proporciona abono verde al suelo mejorando su estructura y fertilidad, favorece la infiltración de agua y mantiene la humedad en el suelo. Sirven de barreras para el control de erosión, diversificación de productos, reducción del crecimiento de malezas, disminución en las labores de preparación del suelo y estabilización de la producción agrícola (Zeledón y Cáceres, 1999).

### **3.27. La clasificación de suelos y agua vista como un sistema**

El manejo integral del suelo y agua, que las considere como principales factores de producción, es clave para la producción agrícola sostenible. El suelo y el agua sustentan la producción de biomasa en general, y de productos agropecuarios (alimentos), en particular. El suelo provee materias primas, garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, el almacén del patrimonio geológico, facilita la reserva de agua, el ciclo de nutrientes y la reserva de la biodiversidad. Así, es crucial para satisfacer la necesidad de cultivos y el bienestar de la población creciente. En

alusión a todos los elementos señalados arriba, la conservación de suelos debe verse con enfoque de sistemas y no como elementos aislados (Álvarez, 2020).

### **3.28. Tipos de niveles de pendiente**

Los niveles de pendiente caracterizan la desviación de la inclinación de la ladera horizontal en porcentaje (%) se consideran suaves hasta el 15 %, moderadas entre el 15 – 30 % y pendiente fuerte entre el 30 - 50 % (Lumbí y Muñoz, 2017). Por otra parte, (Sancho y Villatoro, 2006) menciona que la pendiente de las áreas agrícolas determina la erosión de la capa superficial del suelo rica en materia orgánica y nutriente, o en otros casos el anegamiento, en ambos casos se necesita obras de conservación de suelo.

## **IV. METODOLOGIA Y MATERIALES**

### **4.1. Ubicación del estudio**

La investigación se realizó en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea de las comunidades de: San Juan, Verdún, Río Plata, Los Ángeles, La Esperancita, Paraisito y La Sardina, durante el año 2021.

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

Es de enfoque cuantitativo, porque se utilizó la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación, también se usó la estadística descriptiva para establecer con exactitud la implicación de los resultados y su adecuado análisis.

### **4.3. Tipo de la investigación**

Esta investigación se adscribe al tipo descriptiva, pues pretende hacer una descripción generalizada de las prácticas de conservación de suelo y agua en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea.

### **4.4. Población, y muestra**

La población estuvo constituida por 18 productores y sus sistemas de producción agrícolas aledaños a Nueva Guinea de las comunidades antes mencionadas, los que cumplieron los criterios establecidos, a decir:

1. Que la finca tenga más de 12 manzanas de terreno con al menos 5 en área agrícola.
2. Que sean productores aledaños a Nueva Guinea
3. Disposición a brindar informaciones.

Respecto al muestreo, se realizó un muestreo al 100% o censo, pues la cantidad de productores (18) que cumplieron los criterios de inclusión era manejable con el tiempo y los recursos disponibles.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos

Se utilizó la técnica de la encuesta para aplicar a las y los productores y la observación para aplicar a los sistemas agrícolas de interés.

#### 4.6. Variables del estudio

**Tabla 4. Operacionalización de variables**

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Prácticas de conservación de suelos implementadas y sus características	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 y agua en áreas agrícolas		Tipos de prácticas (agruparlas por tipos: mecánicas, biológicas, agroforestales)	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Estado de las obras de conservación de suelos		Excelente Bueno Regular Malo N/A	Áreas agrícolas	Observación
	Tamaño de las obras de conservación de suelos		Mz Metros lineales Longitud	Áreas agrícolas	Observación medición
	Métodos de preparación de suelo		Labranza cero Labranza mínima Labranza Convencional	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Sistemas de siembra		Al boleto Al espeque En arado	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Periodo de uso del suelo		Años	Productor Áreas agrícolas	Encuesta

	Periodo de descanso de los suelos		Meses	Productor	Encuesta
	Fertilización		Si No	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Tipos de fertilizantes		Químicos (edáficos, foliares) Orgánicos (sólidos o líquidos)	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Encalado de suelos		Si No Cantidad Frecuencia Cultivos en que se usa	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Implementación de abonos orgánicos		Si No Tipos Cantidad Frecuencia A qué cultivos	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
Condiciones en la que se establecen y manejan las prácticas de conservación implementadas.	Pendiente del terreno	Son las diversas condiciones de manejo que tienen las diversas prácticas de conservación implementadas	Porcentaje	Áreas agrícolas	Medición
	Clase de uso del suelo		Clases (categorías del I al VIII)	Áreas agrícolas	Observación
	Indicios de degradación		Tipo de degradación Nivel (alto, bajo, medio) Describirla	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Causas de la degradación de los suelos		Describir las causas para clasificarlas (agruparlas)	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Enfoque del sistema agrícola		Tradicional Revolución verde Agricultura sostenible	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación

	Rotación de cultivo		Si, No cultivos que rota	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
	Asocio de cultivos		No asocia Si asocia (cuáles)	Productor Áreas agrícolas	Encuesta Observación
Factores que determinan la implementación de obras de conservación de suelos y agua	Asistencia técnica en manejo y conservación de suelos	Son los diferentes factores que determinan el hecho de que el productor implemente o no las obras de conservación de suelos y agua en sus sistemas agrícolas	Si No Instancia que la brinda Temas Frecuencia Calidad de la asistencia técnica (excelente, buena, regular, deficiente)	Productor	Encuesta
	Disponibilidad para realizar práctica en manejos de suelos y agua		Si No ¿Por qué no lo hace?	Productor	Encuesta
	Recursos económicos		Si No ¿Por qué?	Productor	Encuesta
	Conocimientos sobre conservación de suelos y agua		Si No ¿Por qué?	Productor	Encuesta
Limitantes para la implementación adecuada de obras de conservación de suelos		Son las diversas limitantes para la implementación adecuada de obras de conservación de suelos desde la percepción del productor	Limitantes	Productor	Encuesta

#### **4.7. Procesamiento y análisis de la información**

El procesamiento y análisis de los datos recopilados en campo, se realizó con apoyo del programa Microsoft Excel para obtener los resultados y el programa de Microsoft Word para la elaboración de las tablas.

#### **4.8. Materiales utilizados**

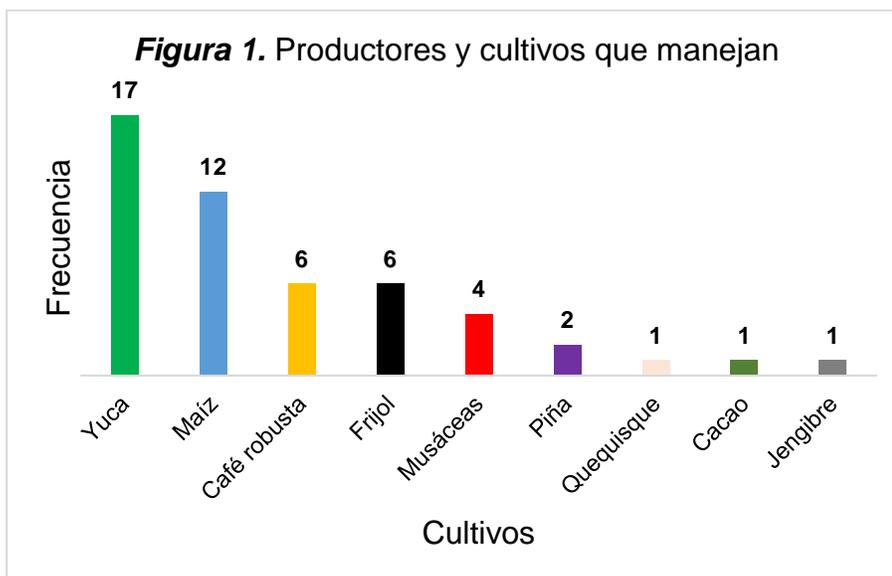
- Cámara fotográfica.
- Cintas métricas.
- Formatos de registro de información de campo.
- Tablas de campo.
- Machetes.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en los sistemas agrícolas de la zona en estudio

#### 5.1.1. Productores y cultivos que manejan

La mayoría de los productores (17) se dedican a la producción, de yuca (ver figura 1) ellos hacen mención que este producto tiene mayor demanda en el mercado local, nacional e

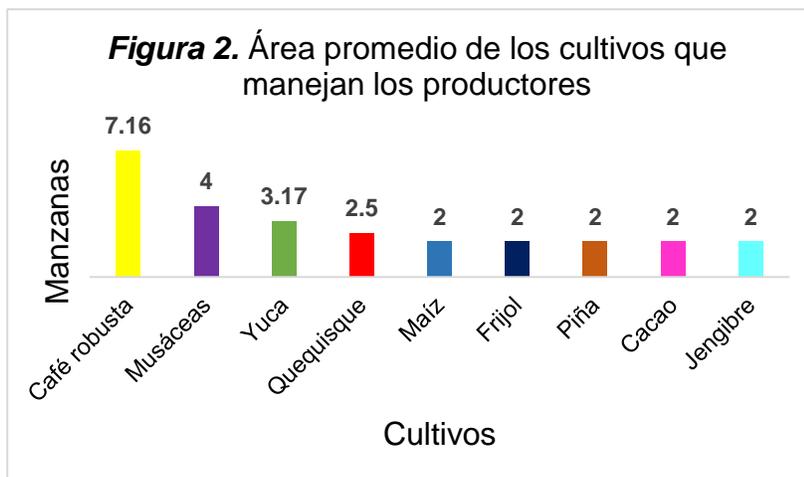


internacional. De acuerdo con (Avellán *et al.*, 2016) en Nicaragua se encuentran 31,389.75 mz de Yuca, donde aproximadamente 2,252 mz pertenecen al departamento de Masaya. El 70% de la producción de Yuca se encuentra principalmente en la zona de la RACCS, específicamente en Nueva Guinea, seguido por zona Atlántica Norte, y los departamentos de Masaya y León.

De acuerdo a los productores estudiados el segundo producto más cultivado es el maíz (12) ellos hacen mención que es meramente para el consumo familiar ya que, no hay buen precio en los mercados y estos varían.

### 5.1.2. Área promedio de los cultivos que manejan los productores

El 6% de los productores estudiados cultivan café, ellos manejan un promedio de (7.16 mz) (ver figura 2), ellos menciona que es debido a la demanda que obtienen de la empresa Certified



Information System Auditor (CISA), además, las condiciones edafoclimáticas favorables para el café robusta existentes en el municipio de Nueva Guinea, según (Reyes y Tinoco, 1994) el café robusta está adaptado a condiciones de temperatura altas (24-28 °C en promedio), para producir satisfactoriamente; lluvias abundantes (2,000 mm/año como mínimo), distribuidas entre 9 a 10 meses en el año, humedad atmosférica permanente, próxima a la saturación; mientras el 4% de los productores cultivan musáceas y manejando un promedio de 4 mz.

Cabe destacar que los productores cultivan el maíz, frijol, jengibre, musáceas quequisque, etc., meramente para consumo familiar y comercialización local, las razones es por el bajo precio que estos tienen en el mercado local, y los egresos en la mayoría de los casos es mayor que los ingresos. La mayoría son pequeños agricultores que manejan entre 5 a 8 manzanas de cultivos. Esto en algunos casos obedece a la cantidad de tierra de la que disponen y en otros casos es debido a que se dedican a otras actividades como la ganadería.

### **5.1.2. Obras de conservación de suelo y agua, estado y tamaño en que se encuentran**

El 78% de los productores no realizan prácticas de conservación de suelos y aguas, (ver tabla 5), esto trae como consecuencia suelos cada año más degradados, teniendo como resultados bajo rendimiento en la producción agrícola, las obras de conservación de suelo y agua, según (Salgado, 2018) sirven para controlar erosión, mejoran la fertilidad de los suelos, y permiten un mayor aprovechamiento del agua como complemento para proteger el suelo, sin embargo, su propósito principal es la rehabilitación y mantenimiento de la capacidad productiva del suelo.

Es importante mencionar que los productores investigados de las zonas aledañas de Nueva Guinea, no están invirtiendo en cuanto a la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, ya que la práctica más implementada es la regeneración natural (rastros, agroforestería con regeneración natural), un 8% de los productores en estudio implementan este método de conservación de suelo, en el caso de las cercas vivas son implementadas por los productores que tienen ganado, y el estado de las cercas vivas es buena y el tamaño promedio es de 2,000 metros lineales en promedio, (ver tabla 5), los productores en estudio que implementan esta práctica son un 14%, a las cercas vivas le dan mantenimiento para evitar que el ganado se cruce a otras parcelas, además, evitan gastos futuros en postes, pero no para conservar suelo y agua.

De acuerdo a Gómez (2014), el área total de suelo antes productivo y hoy degradado a nivel mundial se estima en 2.000 millones de hectáreas. No obstante, puede afirmarse que la magnitud de la pérdida de suelos es hoy mayor que nunca, y afecta por igual a países ricos y pobres.

Por otra parte, Zelaya, 2015, manifiesta que, de acuerdo con normas internacionales, la tasa de degradación del suelo permitida está calculada en cuatro

toneladas por hectárea al año, sin embargo, en Nicaragua la degradación ronda las 40 toneladas anuales esto sobrepasa la tasa de degradación permitida.

Por lo tanto, es indispensable implementar prácticas de conservación de suelos y agua, ya que el suelo representa el ancla de la vida, ya que de él se obtienen las producciones agrícolas, que son el alimento para todos los seres humanos.

**Tabla 5.** *Obras de conservación de suelos y agua en las unidades de producción y el estado en que se encuentran*

Sí	No	¿Cuáles?	Productores/ Implementan	Tamaño prom/ (mz, ml)	Estado de la obra
		• Cercas vivas	14	2,000 ml	Bueno
22%	78%	• Agroforestería con regeneración natural	5	4 mz	Regular
		• Barbechos	3	1 mz	Regular

### 5.1.3. Métodos de preparación de suelo, sistemas de siembra, periodo de uso y descanso de los suelos agrícolas

La forma de preparación de suelo se considera clave ya que influye directamente para crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos, que va desde la germinación de las semillas, desarrollo radicular, desarrollo vegetativo y productivo, todos ellos se traducen en lograr los mejores rendimientos.

Un 59 % de los productores utilizan la labranza convencional para preparar sus áreas agrícolas (ver tabla 6), con el objetivo de des-compactar las áreas agrícolas, para que los cultivos tengan un buen desarrollo radicular, aparentemente eso es bueno, pero si no realizan obras de conservación de suelo y agua esto trae como resultado la fácil erosión del suelo por acción de escorrentías de agua, según (Gómez *et al.*, 2017) la labranza convencional tiende paulatinamente a aumentar el desplazamiento y la densidad de los suelos, induciendo a la compactación, dañan

la estructura física del suelo, y aumento de la erodabilidad. El principal impacto de la labranza convencional en el suelo se da en la porosidad. Afecta severamente los macro-poros, encargados de facilitar las interconexiones para un adecuado movimiento del agua infiltrada a través del perfil, intercambio gaseoso y de propiciar un espacio adecuado para el crecimiento de las raíces. Asimismo, se da la conservación y formación de micro-poros, lo que beneficia el sellamiento de la superficie, creando mayor susceptibilidad a la degradación por escorrentía.

Además, el método de siembra más implementado es el arado (tractor, bueyes), ya que les permite reducir costos y tiempo, pero si no realizan prácticas de conservación de suelo eso les resultará perjudicial en los rendimientos de la producción agrícolas futuras, ya que paulatinamente los suelos se degradarán y serán incapaces de propiciar un ambiente adecuado para el desarrollo de los cultivos.

Un 65% de los productores de las zonas aledañas de Nueva Guinea, no le dan descanso al suelo ya que en las áreas agrícolas siempre existen cultivos (piña, café, cacao, musáceas), y esto sin un manejo de conservación de suelo perjudica la fertilidad del suelo, ya que no hay retención de materia orgánica, y existe degradación química, y esto trae como resultado rendimientos cada año más bajo en la producción agrícola.

En el periodo de descanso de los suelos agrícolas un 11% de los productores le dan descanso más del año y un 89% les dan descanso a los suelos entre 1 a 4 meses, esto permite una degradación acelerada de los suelos agrícolas (ver tabla 6). Según (CENAGRO, 2013 citado por Olivas, 2017) afirma que la sobreutilización de los suelos (sobrepasar las capacidades del suelo), trae como consecuencia la degradación de los recursos naturales, la insostenibilidad de la producción agropecuaria y forestal a mediano y largo plazo.

**Tabla 6.** *Métodos de preparación de siembra, periodo de uso y descanso de los suelos agrícolas*

Métodos/prep de suelo	Producción/implentan %	Métodos/siembra %	Producción/implentan %	Periodo /uso del suelo %	Producción/implentan %	Periodo/de scanso del suelo %	Producción/implentan %
Labranza mínima	35	Arado (tractor, bueyes)	59	Años	65	Más de 1 año	11
Labranza cero	6	Espeque	41	Meses	35	1-4 meses	89
Labranza convencional	59	Voleo	0				

#### **5.1.4. Tipos de fertilizantes y encalado de los suelos agrícolas en las zonas aledañas a Nueva Guinea**

Un 91% de los productores en estudio aplican fertilizante químicos, (edáficos y foliares) (ver tabla 7), esto se debe a que los productores los encuentran con más facilidad en los Agro-servicios, esto trae como consecuencia suelos más degradados cada año, además la contaminación de fuentes de agua, productos agrícolas con residuos químicos y esto perjudica la salud de todos los seres vivos, según (Ortega y Mejía, 2014) los agroquímicos son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del suelo, agua y aire.

Sin embargo, un 9% de los productores aplican fertilizante orgánico (edáficos y foliares) en los cultivos (ver tabla 7), ellos manifiestan que la producción agrícola tiene un menor costo, además, una misma área agrícola la utilizan por largo periodo de tiempo obteniendo siempre resultados satisfactorios en las producciones agrícolas, pero la mayoría de los productores no utilizan abonos orgánicos, esto se debe principalmente a que desconocen la eficacia de los abonos orgánicos y sus beneficios, por lo tanto se han vuelto dependientes de los agroquímicos, según (Orozco *et al.*, 2012) los productos orgánicos se pueden definir como todo tipo de

residuos de origen vegetal y animal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; el suelo se ve enriquecido con abono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Por otra parte, los bonos orgánicos por su color oscuro absorben más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes.

La frecuencia de utilización de los agroquímicos depende de las recomendaciones de los extensionistas (ingenieros agrónomos), que les brindan asistencia técnica por parte de los Agro-servicios, los fertilizantes químicos los aplican en cada cultivo que cada productor maneja en sus unidades de producción. La frecuencia y cantidad de fertilizantes orgánicos son utilizadas a criterio de cada productor, ya que los productores comentan que ellos no reciben orientación de algún especialista sobre la utilización de productos orgánicos.

Un 41% de los productores en estudio aplican enmienda (cal agrícola) en las áreas de producción (ver tabla 7), con el objetivo de regular pH y así poner a disposición los nutrientes del suelo para los cultivos, los aplican normalmente a inicios de cada ciclo agrícola (yuca musáceas), en el cultivo de café robusta lo aplican cada 12 meses aproximadamente, esto a base de recomendación de los extensionistas, en los demás cultivos que manejan en las unidades de producción no aplican cal agrícola, esto es debido a que ellos dicen que los otros cultivos no son rentables. Un 59% de los productores no aplican enmienda (cal agrícola), ya que ellos consideran que tal práctica no es importante para la producción agrícola (ver tabla 7).

De acuerdo con (Espinoza y Molina, 1999) la cal agrícola es el material más utilizado para encalar los suelo y contiene principalmente carbonato de calcio, según (Pérez, 2016) el encalado mejora las condiciones para un desarrollo apropiado de la actividad microbiana en el suelo. Al encalar y mejorar la acidez del suelo, se favorece la actividad de las bacterias encargadas de la mineralización de la materia

orgánica lo cual beneficia la nitrificación del nitrógeno orgánico y la mineralización orgánica de azufre, y las transforma a formas minerales las cuales pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas.

**Tabla 7. Tipos de fertilizantes utilizados y encalado de las áreas agrícolas**

Tipo de fertilizante	Químicos	Orgánicos	Dosis (qq/mz, lt/mz) Químico	Frecuencia (meses)	Dosis (qq/mz, lt/mz) orgánicos	Frecuencia (meses)	Cultivos
Edáficos	91%	9%	4	5	25	12	
Foliares	91%	9%	5	2	2	1	
Encalado	41%		3.5	12		10	Yuca, café y musáceas

## 5.2. Factores que influyen en la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua en áreas agrícolas

Un 53% de los productores en estudio, no están dispuestos para implementar prácticas de conservación de suelo y agua, debido a que ellos creen que tales prácticas solo se trata de invertir dinero y un 47% de los productores indican que aunque tuvieran los conocimientos necesarios no las implementarían, (ver tabla 8) los productores expresan que la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, no traen resultados beneficiosos, según (Lumbí y Muñoz, 2017) las prácticas de conservación de suelo y agua traen beneficios para los productores ya que estas ayudan a permanecer los suelos sanos y por ende mantener la calidad del agua y son el principal potencial para la sostenibilidad de la agricultura.

Un 47% de los productores están disponibles para implementar prácticas de conservación de suelo y agua, pero existen factores como los recursos económicos, un 30% de los productores mencionan que ellos no tienen los conocimientos necesarios para la implementación de dichas prácticas, ya que ningún organismo ya sea público o privado, les brinda orientación adecuada para la implementación (ver tabla 8), según (López, 2008) la implementación de las prácticas de conservación de suelo y agua requiere de un proceso de capacitación técnica. Este

factor es elemental para que los productores adquieran conocimientos técnicos y métodos sencillos para lograr una implementación exitosa.

**Tabla 8.** Factores que impiden la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, y acceso asistencia técnica

<b>Factores</b>	<b>Sí (%)</b>	<b>No (%)</b>	<b>¿Por qué no?</b>
Disponibilidad o voluntad	47	53	No traen resultados satisfactorios.
Recursos económicos	47	53	Un gasto sin beneficio.
Conocimientos	30	47	Inversión de tiempo, sin importancia.
Acceso a asistencia técnica	0 %		

### **5.3. Condiciones en la que se establecen y manejan las prácticas de conservación implementadas**

#### **5.3.1. Pendiente y clase de uso de suelo de áreas agrícola y prácticas de conservación de suelo implementadas**

La pendiente de las área agrícolas de los productores estudiados son suaves (0-15%) (ver tabla 9), es decir, la topografía de las áreas agrícolas es semiplano que tienden a ser propenso a sufrir consecuencia de anegamiento, por lo tanto hay que ser eficaz en la construcción de drenajes para evitar el encharcamiento según (Lumbí y Muñoz, 2017) la pendiente caracteriza la desviación de la inclinación de la ladera horizontal en porcentaje (%) se consideran suaves hasta el 15 %, moderadas entre el 15 – 30 % y pendiente fuerte entre el 30 - 50 %. Según Sancho y Villatoro (2006) la pendiente de las áreas agrícolas determina la erosión de la capa superficial del suelo rica en materia orgánica y nutriente, o en otros casos el anegamiento, en ambos casos se necesita obras de conservación de suelo.

Las áreas agrícolas de los productores en estudio, pertenecen a la clase de uso de suelo número dos, (ver tabla 9) ya que estos suelos presentan características como: son terrenos que requieren de prácticas de conservación moderadas de barreras vivas y desvíos de agua estos suelos necesitan implementación de prácticas de

conservación de agua y suelo, ya que, si no se implementan, en los ciclos agrícolas futuras, no proveerán producciones satisfactorias.

**Tabla 9.** *Pendiente y clase de uso de suelo, y obras de conservación de suelo implementadas*

<b>Cultivos</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Clase de uso de suelo</b>	<b>Cultivos en la categoría</b>	<b>Obra de conservación de suelo en los cultivos</b>
Maíz	1.45	2		No aplica
Yuca	1.44	2		No aplica
Piña	1.4	2		No aplica
Café	1.74	2	Maíz, frijol, yuca, Piña, café, quequisque, musáceas, cacao.	Cerca viva
Cacao	2.9	2		No aplica
Frijol	1.76	2		No aplica
Quequisque	3.35	2		No aplica
Jengibre	1.89	2		Cerca viva
Musáceas	1.89	2		No aplica

### **5.3.2. Causas e indicios de degradación de las áreas agrícolas en colonias aledañas a Nueva Guinea**

Un 80% los suelos agrícolas de los productores estudiados muestran degradación biológica (ver tabla 10), los indicios de esta degradación es que se observó materia orgánica sin descomposición, esto es por causa del mucho uso de plaguicidas, los cuales afectan los macro y microorganismos del suelo que descomponen la materia orgánica, según Gómez (2014), la degradación biológica del suelo consiste en la pérdida de materia orgánica por disminución de aportes vegetales, y por el aumento de la tasa de mineralización, esto es consecuencia principalmente de la erosión hídrica, los malos manejos del suelo en agricultura, el sobre pastoreo y la deforestación.

Un 75% los suelos agrícolas de los productores estudiados se encuentran afectados por la degradación química (ver tabla 10), se puede notar por la poca cobertura vegetal en el suelo según (Ordeñana, 2018) la degradación química es causada por el uso excesivo de plaguicidas que provoca un envenenamiento del suelo, lo que afecta adversamente la capacidad de que se reintegren los elementos físicos y químicos.

Un 70% los suelos agrícolas de los productores estudiados sufren de degradación física (ver tabla 10), ya que se observan partes onduladas en las áreas agrícolas y sedimentos de tierra junto a fuentes de agua proveniente de las áreas agrícolas, esto debido al mal manejo de los suelos según (Moreno 2014), la lluvia excesiva, con un mal sistema de drenaje y los suelos compactados, son las causas principales del anegamiento y erosión del suelo, que pueden generar reducción del crecimiento vegetal, cambios en el metabolismo de las plantas, menor absorción de agua y nutrientes, menor producción y la muerte completa de la planta.

Según López (2002), la degradación física se refiere a todos aquellos procesos que resultan en cambios adversos que puedan afectar las condiciones y propiedades físicas de los suelos. Casi todos los procesos causantes de degradación física están muy relacionados entre sí y conllevan a una reducción de la porosidad, y en consecuencia a un deterioro de las relaciones aire-agua en el suelo.

**Tabla 10.** *Tipos, indicios y causas de la degradación*

<b>Tipo de degradación</b>	<b>Indicio de degradación</b>	<b>Causa de degradación</b>	<b>Frecuencia %</b>
Biológica	Material orgánico descompuesto	Exceso de uso de pesticidas, quemas y deforestación	80
Química	Suelo con poca cobertura vegetal, cultivos con crecimiento lento.	No se realizan obras de conservación de suelo, exceso uso de agroquímicos	75
Física	Anegamiento, partículas de suelo acumulados en las fuentes de agua	Compactación de suelo, mal manejo de los suelos agrícolas, escorrentías causadas por la lluvia	70

### **5.3.3. Enfoque del sistema agrícola y rotación de cultivo en las áreas agrícolas de las zonas aledañas a Nueva Guinea**

El asocio y la rotación de cultivos son realizadas en un 59% por los productores estudiados y un 41% no realizan estas prácticas en sus cultivos (ver tabla 11), los productores mencionan que la implementación del asocio y rotación de cultivo son de importancia, ya que ellos dicen que asociando sus cultivos aprovechan al máximo el suelo, sembrando otros tipos de plantas en los espacios que están vacíos en las áreas agrícolas, además, la rotación de cultivo permite romper ciclos de vida de plagas y mantienen un equilibrio de nutrientes en el suelo, según (Escadon, 2012), uno de los efectos positivos de la asociación de cultivos es que minimizan el brote de plagas y enfermedades, ya que no hay un solo cultivo para que la plaga o la enfermedad pueda manifestarse en los cultivos y evitar el desarrollo de sus ciclos de vida.

El asocio y rotación de cultivos, son prácticas de manejo del suelo que favorecen su recuperación, el aumento de la micro-fauna del suelo, la descomposición del material orgánico, así como la mejora de sus propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La rotación y asocio de cultivos según García y Sequeira

(2018), proporcionan un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo, y si se practica con leguminosas se enriquece el suelo con nitrógeno.

En los enfoques de los sistemas agrícolas los productores estudiados un 88% utilizan el sistema de revolución verde en sus unidades de producción y un 59% de los productores realizan asocio y rotación de cultivo ellos lo hacen para maximizar el área agrícola es decir para sacarle el máximo provecho al suelo, aunque utilizan este método ellos realizan revolución verde para cultivar, es decir le pasan el tractor antes de la preparación de suelo y para el control de plagas y enfermedades usan agroquímicos, para fertilizar utilizan abono sintético (ver tabla 11), Roper (2020), menciona que, debido a la revolución verde y su impacto, la producción mundial ha sufrido un sin número de cambios en los últimos años debido al uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes. El cambio obtenido con la revolución verde cambió el método tradicional que existía en la agricultura y esto trajo muchas desventajas para el suelo, como:

- La contaminación de aguas subterráneas por los agroquímicos o agro tóxicos usados, así como la salinización y la degradación del suelo.
- Aumento de la deforestación con el fin de obtener más terrenos destinados al cultivo intensivo y como consecuencia pérdida de la biodiversidad.
- Los cultivos presentan deficiencias de aminoácidos esenciales y un desequilibrio en el contenido de vitaminas, minerales, entre otros factores que determinan la calidad nutricional.

**Tabla 11.** *Asocio, rotación de cultivo y enfoque del sistema agrícola*

<b>Asocio de cultivos (%)</b>		<b>Rotación de cultivos (%)</b>		<b>Enfoque del sistema agrícola (%)</b>	
<b>Sí</b>	59	<b>Sí</b>	59	<b>Revolución verde</b>	88
<b>No</b>	41	<b>No</b>	41	<b>Agricultura sostenible</b>	6
<b>Qué cultivos</b>	Yuca - maíz, café – maíz	<b>Qué cultivos</b>	Yuca, frijoles y maíz	<b>Tradicional</b>	6

## **5.4. Alternativas de práctica de conservación de suelos recomendadas según las características de los sistemas**

### **6.4.1. Alternativas propuestas para implementar en los cultivos de café y cacao**

Los cultivos de café y cacao están ubicados en áreas con pendientes suaves (menor a 15%), y la clase de uso de suelo es de categoría número dos (ver tabla 9), ya que estos cultivos se encuentran en zonas donde existe peligro de inundación y son cultivos perennes, recomendamos las siguientes prácticas de conservación de suelo y agua:

#### **1. Agronómicas/ biológicas**

- **Abonos verdes**

Según Alfonso y Monedero (2004) el abono verde se define como aquel cultivo que se siembra con el objetivo de obtener o producir materia vegetal (biomasa) para ser incorporada al suelo o para dejarlo en cobertura permanente (cultivo de cobertura).

La práctica de los abonos verdes en la agricultura es el cultivo de especies nativas o introducidas, perennes o anuales asociadas o no; en rotación o sucesión entre los cultivos, con la finalidad de proteger, recuperar, aportar, y mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales de los suelos (García y Sequeira, 2018).

#### **Ventajas**

Entre las ventajas de los abonos verdes Bronzoni et al (1994) menciona las siguientes:

- Enriquecimiento en humus de los suelos.

- Protección del suelo.
- Activación de la vida microbiana.
- Reducción de malezas y los costos de limpieza.
- Reducción de enfermedades y plagas.
- Acción sobre la dinámica de los elementos fertilizantes.
- Conservación de la humedad si se deja semienterrado o en cobertura.
- Fijación del nitrógeno atmosférico
- Reducción de las pérdidas de nitrógeno por lixiviación gracias a la captación del nitrógeno durante la descomposición del material
- Restitución al suelo fósforo y potasio que ha sido absorbido en parte en el subsuelo.

## **2. Culturales**

- **Enmienda química (aplicación de cal agrícola)**

Según Pérez (2016), el encalado mejora las condiciones para un desarrollo apropiado de la actividad microbiana en el suelo. Al encalar y mejorar la acidez del suelo, se favorece la actividad de las bacterias encargadas de la mineralización de la materia orgánica lo cual beneficia la nitrificación del nitrógeno orgánico y la mineralización orgánica de azufre, y las transforma a formas minerales las cuales pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas.

### **Ventajas**

García y Sequeira, (2018) manifiesta que las ventajas de las enmiendas químicas son las siguientes:

- El encalado mejora la respuesta a la aplicación de fertilizantes en suelos ácidos. Esto se debe fundamentalmente a las mejores condiciones físicas y químicas que el suelo adquiere después de la aplicación de cal, produciendo un mejor ambiente para el desarrollo radicular.

- Una mejor exploración del suelo permite que la planta absorba los nutrientes de los fertilizantes aplicados del suelo incrementando los rendimientos del cultivo y la eficiencia de los fertilizantes.
- Se establece un ambiente propicio en la raíz para el desarrollo normal de los cultivos.

#### **5.4.2. Alternativas propuestas para implementar en los cultivos de granos básicos**

Los cultivos de granos básicos al igual que el cultivo de café y cacao también están ubicados en áreas con pendientes suaves (menor a 15%), y la clase de uso de suelo es de categoría número dos (ver tabla 9), ya que estos cultivos se encuentran en zonas donde existe peligro de inundación con la diferencia de que son cultivos de corto plazo, para estos recomendamos las siguientes prácticas de conservación de suelo y agua:

##### **1. Culturales**

- **Enmienda química (aplicación de cal agrícola)**, (ver descripción en propuestas para implementar en los cultivos de café y cacao).

##### **3. Agronómicas o biológicas**

- **Labranza mínima**

Según Bronzoni *et al.* (1994) la labranza mínima se aplica en los siguientes cultivos. La labranza mínima continua manual se aplica bien en parcelas grandes en laderas con cultivos extensivos en hileras (maíz, frijoles y arroz) labranza mínima individual se aplica bien en parcelas más pequeñas en laderas en cultivo como yuca, cucurbitáceas, camotes, tomates y chile labranza cero se aplica en parcelas

extensivas para granos básicos en su forma mecanizadas se aplica para cultivos intensivo de maíz, frijol, sorgo, y arroz.

Es un sistema que busca alterar al mínimo las condiciones del suelo, solo con lo suficiente para que el cultivo desarrolle, con el objetivo de reducir los requisitos de energía y trabajo de los cultivos, conservar la humedad de lo suelo, reducir erosión, evitar el paso de maquinaria que provocan la compactación (Lumbí y Muñoz, 2017).

### **Ventajas**

- La cantidad de trabajo requerido para preparar la tierra se reduce mucho.
- Se mejora progresivamente la estructura de los suelos gracias a la descomposición e incorporación de la materia orgánica de los rastrojos.
- Protege la estructura del suelo.
- Evita la erosión del suelo.
- Estimula la actividad biológica del suelo.

#### **5.4.3. Alternativas propuestas para implementar en los cultivos de raíces y tubérculos.**

En el caso de estos cultivos es importante verificar que no tenga zonas de encharcamiento y como se puede ver en (tabla 7) el cultivo de yuca está en una pendiente muy suave, para estos recomendamos las siguientes prácticas de conservación de suelo y agua:

#### **1. Culturales**

- **Enmienda química (aplicación de cal agrícola)**, (ver descripción en propuestas para implementar en los cultivos de café y cacao)

- **Rotación y asocio de cultivos**

Según García y Sequeira (2018), en armonía con la madre tierra la rotación y asocio de cultivo permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y es un manejo de suelo que si se práctica con leguminosas se enriquece el suelo con nitrógenos a causa de las simbiosis que se establecen entre las raíces de las leguminosas y las bacterias fijadoras de nitrógenos, la asociación de cultivo permite y compone un gran método de control biológicos de plagas y enfermedades.

Según Bronzoni *et al.* (1994), las ventajas del asocio y rotación de cultivo son las siguientes:

- ✓ Se usan cultivos como exigencia alimentaria distintas, lo cual permite el uso racional del suelo, al contrario del monocultivo. No provoca desbalance de nutrientes del suelo.
- ✓ Permite el mejoramiento de la productividad del suelo con el uso de leguminosa o de praderas temporarias.
- ✓ Control de plagas y enfermedades. un ejemplo lo constituye el control de nematodos en papas por rupturas del ciclo biológico.

- **Uso de abonos orgánicos**

Según Rodríguez (2010), este se basa en la aplicación de fertilizantes naturales producidos por la descomposición de los desechos vegetales y animales. Además de su origen natural, estos fertilizantes se caracterizan por su baja solubilidad, entregando más lentamente los nutrimentos a las plantas, pero su efecto es de mayor duración, por otra parte, menciona que, en la mayoría de los países productores de piña, la fertilización orgánica se ha limitado a incorporación de los rastrojos de las cosechas.

Según Matute (2011), las Ventajas de implementación de enmiendas orgánicas son las siguientes:

- Mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos.
- Mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad; aumenta la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos.
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ayudando a liberar nutrientes para las plantas.
- Facilita la labranza del suelo.
- Para la elaboración se aprovechan materiales locales, reduciendo su costo.
- Sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo.
- Se genera empleo rural durante su elaboración.
- Son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales.
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y lo mejor de todo, son más baratos.

## 2. Físicas o mecánicas

### 6.4.4 Alternativas propuestas para implementar en los cultivos de piña

#### 1. Culturales

- **Uso de abonos orgánicos** (ver descripción en propuestas para implementar en los cultivos de raíces y tubérculos)

#### 2. Agronómicas/biológicas

- **Prácticas agroforestales**
- ✓ **Barreras vivas**

Las barreras vivas sirven para reducir la velocidad del agua de escorrentía y además actúan como filtros vivos atrapando los sedimentos que lleva el agua que ocurre sobre el suelo (Bronzoni *et al.*, 1994).

Las barreras vivas impiden que el flujo del agua adquiera una velocidad erosiva, al cortar el largo de la pendiente en pequeñas longitudes. Permiten al limo sedimentar a la vez que favorecen la infiltración del agua en las laderas. Por lo tanto, alargan el tiempo de concentración, y logran que el agua en exceso llegue al pie de las laderas sin haber sido concentradas en algún lugar (Bronzoni *et al.*, 1994).

#### **Ventajas**

- ✓ Es de bajo costo ya que se utiliza la mano de obra del agricultor.
- ✓ De fácil adopción para el agricultor (trazado sencillo y fácil establecimiento).
- ✓ Impiden que el agua por escorrentía lleve sedimentos de suelo a fuentes de agua.

## VI. CONCLUSIONES

- Los productores manejan un área destinada para la agricultura entre 5 a 8 manzanas de tierra en sus unidades de producción, pero la mayoría de productores se dedican al cultivo de yuca (17), pero tienen mayor área de café.
- El 35% de los productores en estudio utilizan la labranza mínima para preparar sus suelos, y un 59% utilizan la labranza convencional creando impactos negativos en las áreas agrícolas.
- Un 91% de los productores en estudio aplican fertilizante químicos (edáficos y foliares), y la frecuencia y dosis de utilización es de acuerdo a la recomendación de los extensionistas (ingenieros agrónomos).
- Un 9% de los productores aplican fertilizante orgánicos (edáficos y foliares), y la frecuencia y dosis de utilización es de acuerdo al criterio personal, ya que no reciben orientación de cómo utilizar estos productos.
- Un 41% de los productores en estudio aplican enmienda (cal agrícola) en las áreas de producción, cada 12 meses aproximadamente en el cultivo de café robusta, y a inicios de cada ciclo agrícola en los cultivos de yuca y musáceas.
- Las pendientes de las áreas agrícolas de los productores estudiados son suaves (0-15%), pertenecen a la clase de uso de suelo número dos y los productores no realizan prácticas de conservación de suelo.
- Un 80% los suelos agrícolas de los productores estudiados muestran degradación biológica, un 57% se encuentran afectados por la degradación química, un 66% de los suelos agrícolas sufren de degradación física.

## VII. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones son de tipo general, sin embargo, en el acápite 5.4 (resultados y discusión), se dan recomendaciones técnicas más específicas según cada tipo de cultivo manejado.

- Se recomienda que en las unidades de producción ejecutar prácticas de conservación de suelo y agua, de esta manera mejorar la producción agrícola, al mismo tiempo, reducir los procesos de degradación del suelo, mejorando el nivel de vida de los productores y contribuir a la restauración del medio ambiente.
- A la universidad URACCAN e instituciones que trabajan con el sector agropecuario que capaciten a los productores sobre todo lo relacionado a la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua.
- A docentes, estudiantes universitarios y técnicos extensionistas continuar con la línea de investigación de la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, y seleccionar participativamente grupo de indicadores de calidad de suelo que acompañen los estudios de aceptabilidad y adopción.

## VIII. REFERENCIAS

Alfonso, C. A. y Monedero, M. (2004). *Uso, manejo y conservación de suelos*. La Habana, Cuba.

<http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/3459/Uso%2C%20manejo%20y%20coservaci%C3%B3n%20de%20suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Álvarez, C. (2020). *Manejo de conservación de suelo y agua*. Nueva Guinea, Nicaragua.

Avellan, J., Castro, A., Martínez, E, (2016). *Producción y Comercialización de Yuca en la comunidad Las Flores del departamento de Masaya*.

<https://repositorio.unan.edu.ni/9916/1/19112.pdf>

Betancourt, L. A. y Calderón, M. B. (2013). *Evaluación del estado actual de los suelos en los municipios de Villanueva y Chinandega, en base a sus características físicas y químicas. (Tesis) En el periodo comprendido entre Junio del 2012 – Julio del 2013. León, Nicaragua*.

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3260/1/225901.pdf>

Bronzoni, G., Cochi, A., Cubero, D., Dandois, J., Dercksen, P., Gómez, O., Ibarra, R., Mayorga, W., Sonneveld, B., Ugalde, M., Vásquez, A., Villalobos, F., Zumbado, A., . (1994). *Manual de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas*. San José, Costa Rica: EUNED, Costa Rica.

Castillo, C. M. (2005). *selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca cusamá el tuma - la dalia matagalpa*, (Tesis). Managua, Nicaragua.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp35c352.pdf>

Centeno, C. A; Chévez, R. J; Fornos, A. C. (2007). *Régimen Jurídico para el Control de la Degradación de los Suelos en el Municipio de León*. (Tesis). León, Nicaragua.

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/2311>

CONAMA, Congreso Nacional del Medio Ambiente. (2018). *Conservación de Suelos y Agua Una premisa del Desarrollo Sustentable*. Maracay, Venezuela.

<http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2018/CT%202018/222224338.pdf>

Escandón, N. (2012). Rotación y asociación de cultivos en la provincia del azuay para el rescate de la soberanía alimentaria

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3077/1/mag135.pdf>

Espinoza, J; Molina, E. (1999). Acidez y encalado de los suelos.

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20%20J%20Espinoza%20y%20E%20Molina.pdf>

FAO, (s.f). *Buenas prácticas agrícolas –bpa- en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Colombia.

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/conservacion-del-suelo/es/>

FAO, (s.f). *Conservación del Suelo*.

<http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s02.pdf>

FAO (2015). *Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe*.

<http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>

FHIA (2004). *Prácticas de conservación de suelos*. La Lima, Cortés, Honduras: C.A, Honduras.

[http://fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/gppractconsuelos.pdf](http://fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gppractconsuelos.pdf)

García, H. A. y Sequeira, J. J (2018). Manejo y Carterísticas de los Suelo Agrícolas de Colonia Providencia. (Monografía) Nueva Guinea, Nicaragua.

García, F. (2018). *La importancia del suelo para el futuro de la agricultura.*

<https://blog.syngenta.es/importancia-suelo-en-agricultura/>

Gómez, N., Villagra, K., Solorzano, M (2017) Labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. Costa Rica.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>

Gómez, F. A. (2014). *Efectividad de obras de conservación de suelos implementadas en la Finca La Milagrosa, municipio de Camoapa, Boaco 2014.* (Tesis). Boaco, Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/778/1/10403.pdf>

Guzmán, G. (2012). Conservación de suelos: como trazar curvas a nivel. Costa Rica.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1226.pdf>

IICA (1999). Obras de conservación de suelos y agua en laderas.

INATEC (2013). Estado, prioridades y necesidades para el manejo sostenible del suelo en Nicaragua.

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/docs/Central\\_America\\_WS/Nicaragua.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/Central_America_WS/Nicaragua.pdf)

INATEC (2016). Prácticas de conservación de suelo y agua.

López, K. S. (2008). *Evaluación de la calidad del establecimiento y efecto de las prácticas de conservación de suelo y agua sobre la calidad del suelo en laderas de nicaragua.* (Tesis). Managua, Nicaragua.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp36l864.pdf>

López, R. (2002). *Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación*. Mérida, Venezuela: CIDIAT.

<http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>

Lumbi, L. A. y Muñoz, C. A. (2017). *Efecto de las prácticas de agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, Ciudad Darío, Matagalpa. Segundo semestre*. (Monografía). Matagalpa, Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/5229/1/6065.pdf>

MAGFOR (2010). *Uso Potencial de la Tierra*. Managua, Nicaragua.

Matute, D. (2011). *Producción orgánica de hortalizas de clima templado*. Tegucigalpa, Honduras.

<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REF04G633.pdf>

Moreno, A. (2014). *Efectos del anegamiento en los frutales*.

[https://www.researchgate.net/publication/274065256\\_Efectos\\_del\\_anegamiento\\_en\\_los\\_frutales\\_Una\\_revision](https://www.researchgate.net/publication/274065256_Efectos_del_anegamiento_en_los_frutales_Una_revision)

Munguía, D. A. y Pacheco, M. J. (2013). *Evaluación del estado actual de la fertilidad de los suelos en fincas de pequeños y medianos productores en el Municipio de EL VIEJO, departamento de Chinandega, en el periodo comprendido de Abril del 2012 a Julio del 2013*. (Monografía). León, Nicaragua.

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3201/1/225907.pdf>

Ordeñana, C. (2018). *Degradación de los suelos en Nicaragua*

<https://zone-es.blog/2018/06/05/degradacion-de-los-suelos-en-nicaragua/>

Ortega y mejía, (2014). *Causas y consecuencias de la contaminación del suelo.* Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/774/1/10397.pdf>

Olivas, L. E. (2017). *Potencial de suelos en unidades de producción agrícola de las comunidades Chagüite Grande N° 1 y Sisle N°1, Sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega.*

<https://repositorio.unan.edu.ni/8206/1/6543.pdf>

Orozco, E. A; Osorio, Y. A; Ortiz, S. M. (2012). *Elaboración de un Plan de Marketing para el fortalecimiento de la comercialización de abonos orgánicos producidos en Áreas del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA) Campus Agropecuario, UNAN- León. Monografía.*

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/196/1/222767.pdf>

Parajón, C. A. y Martínez, R. J. (2013). *Evaluación de la potencialidad de suelos en sistemas productivos agrícolas, en dos fincas, comunidad El Bálsamo, Matagalpa II semestre 2013.* (Monografía). Matagalpa, Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/6999/1/6535.pdf>

Pérez, R. J. (2016). *Determinación de la necesidad de cal en los suelos agrícolas de Zamorano, Honduras.*

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5867/1/CPA-2016-T075.pdf>

Pineda, O. (2012). *La adopción de tecnologías en conservación de suelos y agua y su efecto en los Ingresos agropecuarios y contenidos de materia orgánica en dos localidades rurales, 2002 al 2008.* (Tesis). Managua, Nicaragua.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp36p649a.pdf>

Reyes, M., Tinoco, L (1994). El manejo de café robusta en la región amazónica. Ecuador.

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4343/7/iniapeecaM27.pdf>

Rodríguez, J. A. (2010). *Efecto de fuentes de nitrógeno de origen orgánico a diferentes dosis en el cultivo de piña*. San Carlos, Costa Rica.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2826/Efecto%20de%20fuentes%20de%20nitr%C3%B3geno%20de%20origen%20org%C3%A1nico%20a%20diferentes%20dosis%20en%20el%20cultivo%20de%20pi%C3%B1a%20%28Ananas%20comosus%29%20%28L%29%20Merr.%20h%C3%ADbrido%20MD-2%20cultivada%20bajo%20t%C3%A9cnicas%20org%C3%A1nicas..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, L. (1993). *Evaluación de cultivo en callejones de leucaena, asociado con el cultivo de maíz*. (Tesis). Managua, Nicaragua.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08r696.pdf>

Rodríguez, Parisca Oscar Simón (2018). Conservación de Suelos y Agua: Una premisa del Desarrollo Sustentable. CONAMA, 2018. De <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2018/CT%202018/222224338.pdf>

Ropero, S. (2020). Revolución verde.

<https://www.ecologiaverde.com/revolucion-verde-que-es-ventajas-y-desventajas-3043.html>

Salgado, J. J. (2018). *Efecto de obras de conservación de suelos en la diversidad de macroinvertebrados y sus parámetros fisicoquímicos en la Finca El Aguacatal Buena Vista, comunidad Plan grande, Estelí, I semestre 2017*. (Monografía). Estelí, Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/9383/1/18795.pdf>

Sancho, F; Villatoro, M. (2006). Efecto de la posición en la pendiente sobre la productividad de tres secuencias de suelos en ambientes ústicos de Costa Rica

[http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v29n03\\_159.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n03_159.pdf)

Sánchez, G. C. (2013). *Degradación de suelos agrícolas*. Chile.

<https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>

Zelaya. C, (2015). Suelos degradados y salud en peligro.

<https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/358862-suelos-degradados-salud-peligro/>

Zeledón, N. I. y Cáceres, C. (1999). *Evaluación de cultivos en callejones de leucaena, asociado con el cultivo de maíz*. (Tesis). Managua, Nicaragua.

<https://repositorio.una.edu.ni/925/1/tnf08z49.pdf>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Instrumento utilizado para el diagnóstico de identificación de productores

Estimado/a productor/a somos egresados de la carrera de Ingeniería Agroforestal de la universidad URACCAN Nueva Guinea, el objetivo de esta visita es que estamos conduciendo una investigación para optar al título de ingeniería, la investigación es sobre las Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea. De modo que acudimos a visitarlo/a para que nos brinde información necesaria, eficaz y de mucha importancia para nuestro trabajo de investigación, así por igual en la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre las prácticas de conservación de suelo; de antemano agradecemos su colaboración y la honestidad en el llenado de la encuesta.

#### I. Datos generales

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del productor \_\_\_\_\_

Nombre de la finca \_\_\_\_\_

#### II. Datos específicos

a) Área de la finca (mz): \_\_\_\_\_

b) Área dedicada a la agricultura (mz): \_\_\_\_\_

c) Cultivos que maneja

No.	Cultivo	Área (mz)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
	Total:	

Adaptado de: García y Sequeira, 2018

## Anexo 2. Guía de encuesta/observación

### I- Introducción

Estimado/a productor/a somos estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Agroforestal de la universidad URACCAN Nueva Guinea y estamos conduciendo una investigación titulada: Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea. De modo que acudimos a realizar esta visita para que nos brinde información necesaria y de mucha importancia para nuestro trabajo de investigación, así por igual en la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre las prácticas de conservación de suelo; de antemano agradecemos su colaboración y la honestidad en el llenado de la encuesta.

### II- Datos generales

Nombre del productor/a: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

### III- Información principal

1. Tamaño de la unidad de producción \_\_\_\_\_ (Mnz)

2. Cultivos que maneja

Cultivo	Área (Mz)	Observaciones
<b>Total</b>		

### 3. Obras de conservación de suelos en áreas agrícolas

Tipo de obra de C. S.	Tamaño (mz, ml)	Características
Barreras vivas, Acequias o zanjas a desnivel, Barreras muertas de piedra, Diques de piedra y postes para eliminar cárcavas, Agroforestería con regeneración natural, Cultivos de maíz y frijol intercalados con leguminosas, Rotación de maíz y frijol con abono verde, Trazado de curvas a nivel, Las zanjas de ladera, Barreras muertas, Terrazas, Labranza en contorno, Manejo de rastrojos.		

### 4. Preparación del suelo para cultivos agrícolas

Labranza cero: \_\_\_\_\_  
 Labranza mínima: \_\_\_\_\_  
 Labranza convencional: \_\_\_\_\_  
 Otra: \_\_\_\_\_

### 5. Sistema de siembra implementado

Al voleo: \_\_\_\_\_  
 Al espeque: \_\_\_\_\_  
 En arado: \_\_\_\_\_  
 Otro: \_\_\_\_\_

### 6. Periodo de uso de suelo

Año: \_\_\_\_\_  
 Meses: \_\_\_\_\_

### 7. Periodo de descanso de los suelos agrícolas \_\_\_\_\_ meses

### 8. Fertilización

Sí: \_\_\_\_\_  
 No: \_\_\_\_\_

### 9. Tipos de fertilizantes

Tipo de fertilizante	Químicos	Orgánicos	Dosis (qq/mz, lt/mz)	Frecuencia	Cultivos
Edáficos					
Foliares					

### 10. Encalado de suelo

Opciones	Cantidad (qq/mz)	Frecuencia	Cultivos
Si			
No			

## 11. Pendiente del terreno

Para calcular la pendiente, se harán al menos 5 trazos de 20 metros de distancia sobre la pendiente y se medirá cada 20 metros, la diferencia o distancia vertical. Luego procedemos con la siguiente ecuación:

$$Pendiente (\%) = \frac{Distancia\ en\ vertical * 100}{Distancia\ en\ horizontal}$$

En la siguiente tabla anote los datos según los puntos medidos.

**Tabla 2. Pendiente del terreno**

Punto	Distancia vertical= altura (m)	Distancia horizontal (m)	Pendiente (%)
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			
Punto 4			
Punto 5			
<b>Total</b>			
<b>Promedio para el lote</b>			

## 12. Clase de uso del suelo

Clases	Descripción	Cultivos en la categoría	Obra de conservación de suelo en la categoría

## 13. Indicios de degradación del suelo

Tipo de degradación	Descripción	Causas
Anegamiento		
Compactación		
Erosión eólica		
Erosión hídrica		
Degradación biológica		
Causas: Deforestación, Sobre pastoreo, Mal manejo de las actividades agrícolas Quemas		

## 14. Enfoque de la agricultura en la unidad

Tradicional \_\_\_\_\_

Revolución verde \_\_\_\_\_

Agricultura sostenible \_\_\_\_\_

**Características** \_\_\_\_\_

## 15. Rotación de cultivos

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Cultivos que se rotan \_\_\_\_\_

**16. Asocio de cultivos**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Cuáles \_\_\_\_\_

**17. Descanso de los suelos agrícolas**

Meses \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_\_

**18. Acceso a la asistencia técnica**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

En qué rubros \_\_\_\_\_

Instancia: \_\_\_\_\_

**19. Calidad de la asistencia técnica**

Excelente	Buena	Regular	Deficiente

**20. Frecuencia con que recibe la asistencia técnica**

Semanal \_\_\_\_\_

Quincenal \_\_\_\_\_

Mensual \_\_\_\_\_

**21. Disponibilidad para realizar práctica de en manejos de suelos y agua**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Por qué no lo hace? \_\_\_\_\_

**22. ¿Considera que los recursos económicos son un factor que influye en la implementación de prácticas de conservación de suelos?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**23. ¿Considera que los conocimientos sobre conservación de suelos y agua son un factor que influye en la implementación de prácticas de conservación de suelos?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

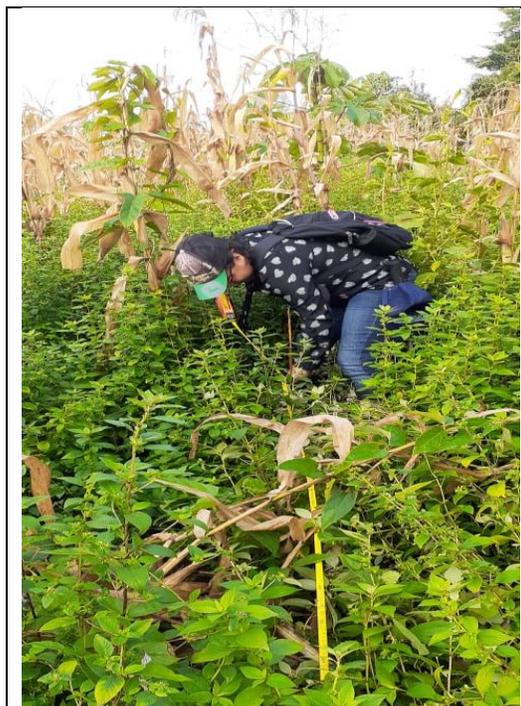
**24. ¿Según su criterio cuáles son las principales limitantes para la adecuada implementación de prácticas de conservación de suelos?**

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

### Anexo 3. Galería de imágenes



**Imagen 1.** Observación de degradación en cultivo de café. Foto: Rocha, G., 2021



**Imagen 2.** Medición de pendiente en cultivo de maíz. Foto: Leiva, J., 2021



**Imagen 3.** Cultivo de piña en suelos con degradación química. Foto: Rocha, G., 2021



**Imagen 4.** Asocio de cultivo de yuca y musácea. Foto: Leiva, J., 2021

## Anexo 4. Aval del tutor



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA  
CARIBE NICARAGUENSE  
URACCAN**

**RECINTO NUEVA GUINEA**

### Aval del tutor

El tutor/a: Carlos Álvarez Amador, 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 titulado: Prácticas de conservación de suelos y agua implementadas en fincas agrícolas aledañas a Nueva Guinea, 2021, desarrollada por el o los estudiantes: Yorling Ezequiel Leiva Salgado y Glenda Walkiria Rocha Zúniga.

De la carrera Ingeniería agroforestal Cumple con los requisitos establecidos en el régimen académico.

Nombre y apellido del tutor o tutora:

Carlos Álvarez Amador

Firma: \_\_\_\_\_

Recinto: Nueva Guinea

Fecha: 10/09/2021