

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL



**“DISEÑO DE UN PLAN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS
DEGRADADOS POR LA SOBRE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
MECANIZADA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA AGUA DULCE
DEL MUNICIPIO PUERTO GONZALO MORENO - PANDO”**

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA AMBIENTAL

Autor : Edu Rolin Kado

Asesor: Ing. Wisner Ávila Valera

Las Piedras – Pando – Bolivia
Junio 2025

DEDICATORIA

Es para mí un honor dedicar mi proyecto de investigación a mis Padres, a mi Esposa e Hijo por ser quienes me han apoyado e impulsado para poder haber llegado hasta esta instancia en mi formación como estudiante y poder obtener a través de la presente investigación el título como Lic. En Ingeniería Ambiental.

Edu Rolin Kado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios padre todo poderoso quien me ha dado la vida y la fuerza necesaria para terminar el presente trabajo de investigación, que es para mí uno de los mejores logros en mi formación como profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento.

Al personal administrativo de la Unidad Académica Las Piedras quienes realizaron las gestiones necesarias para ser efectivo la defensa del proyecto de grado.

Además, agradezco con mucho aprecio a los docentes y tutores quienes aportaron con su valioso conocimiento y dedicación en el desarrollo de mi formación universitaria.

A todos muchísimas gracias.

ÍNDICE

1. Título	1
2. Resumen	2
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Planteamiento del problema	7
1.2.1. Problemas a nivel mundial.....	7
1.2.2. Problemas a nivel Latinoamérica	7
1.2.3. Problemas en contexto nivel nacional Bolivia	8
1.2.4. Problemas en contexto a nivel local Municipio Puerto Gonzalo Moreno	8
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. Justificación	9
1.4.1. Justificación Ambiental	9
1.4.2. Justificación Económica	10
1.4.3. Justificación Social	10
1.5. Limitaciones del estudio.....	10
5. Delimitación del objeto de estudio	11
2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	12
2.1. Fundamentación Teórica	12
2.1.1. Importancia de los cultivos de cobertura (mucuna negra).....	12
2.2. Marco Conceptual.....	13
2.2.1. Suelos degradados.....	13
2.2.2. Mucuna negra.....	13
2.2.3. Nutrientes Orgánicos	13
2.2.4. Recuperación de suelos degradados	13
2.3. Marco Referencial.....	13
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1. Tipo de investigación	15
3.2. Enfoque de investigación	15
3.4. Instrumentos empleados en la investigación.....	16
3.4.1. Revisión Bibliográfica	16
3.4.2. Cuestionario de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	16

3.6. Población y muestra	16
3.6.1. Población.....	16
3.6.2. Muestra	17
3.7.3. Participantes.....	17
3.8. Diseño muestral.....	17
3.8.1. Muestreo por convivencia no probabilístico	17
CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL.....	18
CAPITULO V. DIAGNOSTICO.....	20
4.1. Diagnostico	20
CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL.....	21
6.1. El modelo real.....	21
6.2. El modelo ideal	21
CAPITULO VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	22
CAPITULO VIII. PROPUESTA.....	29
CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
CAPITULO X. CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
10.1. Bibliografía.....	34
6. Anexos	35

1. Título

“DISEÑO DE UN PLAN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR LA SOBRE PRODUCCION AGRICOLA MECANIZADA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA AGUA DULCE DEL MUNICIPIO PUERTO GONZALO MORENO - PANDO”.

2. Resumen

La presente investigación se llevará a cabo con el fin de evaluar el efecto de la cobertura vegetal mucuna negra, como medio de recuperación del área degradada por la sobre producción agrícola mecanizada en la Comunidad Campesina Agua Dulce.

El objetivo principal es la elaboración de un plan de recuperación de suelos degradados que han sido intervenidos por la agricultura mecanizada repetidas veces, lo que ha dado lugar a la pérdida de nutrientes y baja producción de los suelos en cosecha. Por lo que se propone demostrar con nuestra propuesta que la mucuna negra como cobertura vegetal en el suelo puede generar buenos resultados agroecológicos como:

La retención de humedad en el suelo, porosidad, mejores condiciones de Ph, diversidad biológica en el suelo, aporta gran cantidad de nutrientes orgánicos al suelo por su capacidad de cobertura y protección total del suelo.

La investigación se justifica ambientalmente por la recuperación de suelos degradados por la intensiva actividad agrícola mecanizada y el uso permanente de químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas), se justifica económicamente por la reducción de costos en la producción agrícola a través del cultivo y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra como practica agroecológica, modelo auto sostenible, sustento a los recursos naturales (cultivos) haciendo cada vez menos dependiente de los fertilizantes químicos que a la larga perjudican no solo el ambiente, sino que también a la población que consumen los alimentos producidos en el campo, se justifica en lo social por impacto positivo en el sector agrícola productivo al poner en práctica el plan de recuperación de suelos degradados a través de la implementación de cobertura vegetal mucuna negra como alternativa agroecológica.

El plan de recuperación será de mucha utilidad para los productores ya que les permitirá ampliar su conocimiento en actividades agroecológicas vinculadas a la protección del medio ambiente, adaptación al cambio climático, la reducción de los costos de producción y que estos lleguen a adoptar un modelo auto sostenible en la producción.

Resultados esperados, recuperación de suelos degradados de la Comunidad Campesina Agua Dulce que han sido intervenidos por la agricultura mecanizada, conocimiento en buenas prácticas agroecológicas para la recuperación de áreas degradadas con bajos costos de mano de obra e inversión.

Palabras claves: *Suelos degradados, Mucuna negra, Practicas agroecológicas.*

SUMARY

The present research will be carried out with the purpose of evaluating the effect of black mucuna cover crop as a means of recovering degraded areas caused by over-mechanized agricultural production in the Agua Dulce Peasant Community.

The main objective is to design a recovery plan for degraded soils that have been repeatedly intervened by mechanized agriculture, which has led to nutrient loss and low soil productivity during harvest. Therefore, the proposal aims to demonstrate that black mucuna, as a soil cover crop, can generate positive agroecological results such as: soil moisture retention, improved porosity, better pH conditions, greater biological diversity in the soil, and the contribution of large amounts of organic nutrients due to its full coverage and protection capacity.

The research is environmentally justified by the recovery of degraded soils affected by intensive mechanized agricultural activity and the permanent use of chemicals (fertilizers, herbicides, and pesticides). It is economically justified by the reduction of agricultural production costs through the cultivation and use of black mucuna cover crop as an agroecological practice, an auto-sustainable model that supports natural resources (crops), reducing dependence on chemical fertilizers that, in the long run, harm not only the environment but also the population consuming food produced in the fields. It is socially justified due to the positive impact on the agricultural productive sector by implementing the soil recovery plan through the use of black mucuna as an agroecological alternative.

The recovery plan will be highly useful for farmers, as it will allow them to expand their knowledge in agroecological practices related to environmental protection, climate change adaptation, cost reduction in production, and the adoption of a self-sustainable production model.

Expected results: the recovery of degraded soils in the Agua Dulce Peasant Community that have been affected by mechanized agriculture; knowledge of good agroecological practices for the recovery of degraded areas at low labor and investment costs.

Keywords: Degraded soils, Black mucuna, Agroecological practices.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Municipio de Puerto Gonzalo Moreno de la Provincia Madre de Dios en la gestión 2016 introdujo la mecanización agrícola, por lo que se empezó a implementarse el **proyecto subvencionado por el gobierno departamental de Pando y el gobierno municipal**, con la finalidad de introducir mecanización en la producción de arroz en al menos 9 comunidades del municipio.

Este proyecto de arroz mecanizado contemplaba desde la preparación del suelo, siembra, hasta la cosecha con maquinaria, lo cual era nuevo y representaba un cambio de los métodos tradicionales (por ejemplo, chaqueo) hacia sistemas mecanizados.

En la gestión 2018 se amplió el proyecto de producción mecanizado de arroz, llegando hasta la Comunidad Campesina Agua Dulce, en la cual se inició trabajo desde la relimpia de barbecho con maquinaria pesada, preparación de terreno, siembra y cosecha. Obteniendo algunos impactos a considerar como alto costo de producción mecanizada, en comparación con otras regiones de Bolivia, impactos ambientales, como cambios en la cobertura de suelos, deforestación de barbechos o vegetación secundaria para habilitar tierras para mecanización agrícola.

Por lo que, considerando los impactos generados por la mecanización agrícola, la propuesta del PLAN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

POR LA SOBRE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA MECANIZADA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA AGUA DULCE DEL MUNICIPIO PUERTO GONZALO MORENO – PANDO, busca la recuperación de suelos degradados por la intensiva actividad agrícola mecanizada y el uso permanente de químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas), reducción de costos en la producción agrícola a través del cultivo y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra como practica agroecológica, modelo auto sostenible, sustento a los recursos naturales (cultivos) haciendo cada vez menos dependiente de los fertilizantes químicos que a la larga perjudican no solo el ambiente, sino que también a la población que consumen los alimentos producidos en el campo.

La investigación busca generar un impacto positivo en el sector agrícola productivo, al poner en práctica el plan de recuperación de suelos degradados a través de la implementación de cobertura vegetal mucuna negra como alternativa agroecológica.

Por consiguiente, la investigación será de mucha utilidad para los productores ya que les permitirá ampliar su conocimiento en actividades agroecológicas vinculadas a la protección del medio ambiente, adaptación al cambio climático, la reducción de los costos de producción y que estos lleguen a adoptar un modelo auto sostenible en la producción agrícola.

1.2. Planteamiento del problema

La producción agrícola intensiva mecanizada tiene profundos efectos en el medio ambiente, este proceso de intensificación agrava los problemas de fertilidad en el suelo y la incidencia de plagas y enfermedades en los campos de cultivos. Por lo que para sostener y tratar de aumentar los rendimientos se inyecta energía en las áreas agrícolas vía insumos químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas) lo que conlleva a consecuencias negativas de largo plazo que son difíciles de cuantificar.

1.2.1. Problemas a nivel mundial

1. Deforestación por la expansión agrícola intensiva causa principal de la pérdida de bosques, especialmente en zonas tropicales.
2. Contaminación del suelo y agua por uso excesivo de fertilizantes y pesticidas químicos que filtran a los cuerpos de agua.
3. Pérdida de biodiversidad por la agricultura mecanizada que favorece los monocultivos, lo que reduce la diversidad de especies y desequilibra ecosistemas.
4. Emisiones de gases de efecto invernadero las máquinas agrícolas, el uso de fertilizantes sintéticos y la degradación del suelo contribuyen al cambio climático.
5. Degradación del suelo por el uso intensivo, la compactación del suelo por maquinaria pesada y la erosión. Según (Bhatt, 2024).

1.2.2. Problemas a nivel Latinoamérica

1. Expansión de monocultivos (soya, caña, palma africana) lo que provoca deforestación y desplazamiento de comunidades indígenas.

1. Uso indiscriminado de agroquímicos contamina ríos, acuíferos y afecta la salud de poblaciones rurales.
2. Pérdida de suelos fértiles a través de la erosión acelerada, especialmente en áreas de ladera.
3. Conflictos socioambientales por el acaparamiento de tierras y desplazamiento de comunidades para proyectos agroindustriales.
4. Agotamiento de recursos hídricos grandes proyectos agrícolas intensivos demandan enormes cantidades de agua. (FAO, Problemática ambiental a nivel Latinoamérica por la producción agrícola mecanizada, 2013).

1.2.3. Problemas en contexto nivel nacional Bolivia

2. Deforestación en la Chiquitanía y Amazonía impulsada por la ampliación de la frontera agrícola para soya, sorgo y ganadería mecanizada.
3. Monocultivo de soya transgénica altamente mecanizado, genera degradación de suelos, uso de glifosato y otros químicos.
4. Vulnerabilidad de ecosistemas zonas de alta biodiversidad son convertidas en campos agrícolas, afectando flora y fauna nativa.
5. Impacto en pueblos indígenas y campesinos se ven desplazados o marginados por los agronegocios mecanizados.
6. Fuego y chaqueo práctica común para habilitar tierras agrícolas, genera incendios forestales descontrolados. Según (Lopez, 2021).

1.2.4. Problemas en contexto a nivel local Municipio Puerto Gonzalo Moreno

1. Se deforestaron 95,5 ha de vegetación secundaria durante el primer ciclo mecanizado para arroz, con un total de 106 ha modificadas.
2. El municipio ha sufrido una pérdida acumulada del 10 % de bosque entre 2000 y 2020.
3. La remoción mecánica provoca inversión del humus y compactación, aumentando la escorrentía y erosión.
4. El monocultivo reemplaza sistemas agroforestales tradicionales (como castaña), reduciendo la diversidad de especies. (Peralta, 2017).

Tomando en cuenta las problemáticas mencionadas se propone realizar un plan de recuperación de suelos degradados a través del cultivo de cobertura vegetal

mucuna negra en áreas establecidas de la Comunidad Campesina Agua Dulce del Municipio Puerto Gonzalo Moreno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan para la recuperación de suelos degradados por la sobre producción agrícola mecanizada, a través del establecimiento de cobertura vegetal mucuna negra en la Comunidad Campesina Agua Dulce del Municipio Puerto Gonzalo Moreno – Departamento Pando.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar y georreferenciar las áreas a ser objeto de estudio de nuestra investigación.
- 2) Realizar un análisis de Ph del suelo y nitrógeno a través del uso de equipo portátil, con la finalidad de determinar el estado del suelo.
- 3) Evaluar el impacto ambiental causado por la actividad intensiva de la agricultura mecanizada y el uso de químicos (fertilizante, herbicidas y pesticidas) en el suelo.
- 4) Diseño del plan de recuperación a través de un sustento teórico práctico científico, modelo replicable para su aplicación en otras comunidades.

1.4. Justificación

La presente investigación tiene como temática la recuperación de suelos degradados por la intensiva actividad agrícola mecanizada, a través del cultivo y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra como principal materia orgánica de recuperación de suelos.

1.4.1. Justificación Ambiental

Recuperación de suelos degradados por la intensiva actividad agrícola mecanizada y el uso permanente de químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas).

1.4.2. Justificación Económica

Reducción de costos en la producción agrícola a través del cultivo y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra como practica agroecológica, modelo auto sostenible, sustento a los recursos naturales (cultivos) haciendo cada vez menos dependiente de los fertilizantes químicos que a la larga perjudican no solo el ambiente, sino que también a la población que consumen los alimentos producidos en el campo.

1.4.3. Justificación Social

Esta investigación tendrá un impacto positivo en el sector agrícola productivo al poner en práctica el plan de recuperación de suelos degradados a través de la implementación de cobertura vegetal mucuna negra como alternativa agroecológica.

El plan de recuperación será de mucha utilidad para los productores ya que les permitirá ampliar su conocimiento en actividades agroecológicas vinculadas a la protección del medio ambiente, adaptación al cambio climático, la reducción de los costos de producción y que estos lleguen a adoptar un modelo auto sostenible en la producción.

1.5. Limitaciones del estudio

Las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación fue la otorgación de autorización de permiso para el ingreso al área de trabajo en la cual está centrada la investigación, autorización que fue objeto de demora para la recolección de información, sin embargo, se logró obtener la autorización en asamblea comunal misma que se realiza cada 30 de cada mes.

Otras de las limitaciones identificadas en el proceso de elaboración de nuestro proyecto de grado es el factor tiempo, tomando en cuenta que se tenía un plazo corto para realizar la recolección de información, sistematización de datos y presentación del documento final.

Sin embargo, pese a las mencionadas limitaciones se logró recabar la información necesaria para la elaboración de nuestro proyecto de grado, dando respuesta a la problemática planteada en la investigación.

5. Delimitación del objeto de estudio

Recuperación de suelos degradados por la agricultura mecanizada en área establecida de la Comunidad Campesina Agua Dulce del Municipio Puerto Gonzalo Moreno departamento Pando, a través de la elaboración de un plan de recuperación de suelos que contempla el cultivo de mucuna negra como principal materia orgánica de recuperación de suelos.

2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. *Importancia de los cultivos de cobertura (mucuna negra)*

Los cultivos de cobertura se definen como una cobertura vegetal viva, que cubre el suelo en forma temporal o permanente, cultivada en asociación con otras plantas intercalado, en relevo o en rotación (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe del estado del suelo en el mundo, 2015). En Nicaragua los cultivos de cobertura, se utilizan solo en pequeños productores que son directamente orgánicos también en pequeñas parcelas donde su principal actividad es la alimentación sana y no como un ingreso económico. La mayoría de productores utilizan técnicas para reducir algunas plagas que afecten a los cultivos como los son: la rotación de cultivo, labranza cero, asociación de cultivos entre otros.

La cobertura vegetativa es esencial en la Agricultura de Conservación, para la protección del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, para mantener el suelo bajo sombra con el más alto nivel de humedad posible, para utilizar y, por ende, reciclar los nutrientes, para usar sus efectos alelopáticos sobre las malezas, conduciendo así a la reducción del uso de agroquímicos y de esta manera a disminuir los costos de producción (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe del estado del suelo en el mundo, 2015). La agricultura de conservación pasa a ser parte de la mejora de los suelos, ya que hoy en día la mayoría de nuestros suelos por el uso erradicado se presenta la degradación como un factor de pérdidas excesiva de suelo donde su calidad cada día baja por la erosión con lluvias. La principal para aportar la radicación excesiva de pérdidas de suelo es realizar prácticas conservacionistas las cuales vienen hacer la protección de cobertura por leguminosas, como hacer buenas prácticas agrícolas.

Generalmente se usan como coberturas algunas especies de leguminosas como *Mucuna negra*, *Cajanus cajan* gracias a su acción de mantener y mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos agrícolas. (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe del estado del suelo en el mundo, 2015).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Suelos degradados

Se define como un cambio en la salud del suelo resultado de una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. (FAO, Organización de las Naciones Unidas. Informe suelos degradados en el mundo, 2010).

2.2.2. *Mucuna negra*

Es una planta muy usada para la recuperación de suelos (controla malezas y abona el suelo), también se la conoce como abonera, frijol terciopelo o frijol abono. Es una **leguminosa anual**, trepadora, de hoja ancha y vainas cubiertas de pelos. Tiene un **tiempo de vida** de 6 a 8 meses. (PASF, 2014).

2.2.3. Nutrientes Orgánicos

Son nutrientes que aportan nitrógeno de manera orgánica y están formados por moléculas de seres vivos, tienen carbono y son moléculas grandes y complejas como los: glúcidos, lípidos, proteínas y vitaminas. (AGROVIN, 2011).

2.2.4. Recuperación de suelos degradados

Es el alcance de unos niveles aceptables de salud y calidad del suelo, entendida como la capacidad de mantener las funciones de productividad y calidad ambiental favoreciendo la salud vegetal y animal. (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, recuperación de suelos degradados, 2010).

2.3. Marco Referencial

(Amado, 2006), realizaron investigaciones acerca del potencial acumulativo de carbono en el suelo, en sistemas con labranza tradicional, labranza cero y

labranza mínima, usando cultivos de cobertura. Las investigaciones se realizaron en el sur de Brasil en dos tipos de suelo:

1. *Typic Paleudalf*
2. *Typic Paleudult*.

Suelos en los que se realizó el establecimiento de *Mucuna negra* como cobertura vegetal permanente asociada con cultivos, obtuvo un contenido de carbono orgánico total del suelo a una profundidad de (0- 5cm) de 9420 mg.kg-1, que fue superior en 6210 mg.kg-1 comparado con el suelo bajo labranza tradicional y 2660 mg.kg-1 comparado con el sistema de labranza cero. Se obtuvo un aporte de Carbono orgánico al suelo, bajo el sistema de recuperación de suelos con cultivo de mucuna negra se favoreció la sostenibilidad del recurso suelo.

(Cabrera, 2015), encontró como resultado que la Agricultura de Conservación (abono verde) mediante el cultivo de mucuna negra mejoró el pH, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, CCB, CIC, P₂O₅, K₂O, la materia orgánica aumentó en 0,26%, la porosidad total en 6,94% y la densidad aparente disminuyó en 0,17g. Además, con sistema de la Agricultura de Conservación redujo la erosión en un 80,49 % respecto a la labranza tradicional. La nueva tecnología incrementó el rendimiento en producción y la calidad orgánica del producto.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo **descriptiva** ya a través de ella se logró caracterizar el estado de degradación del suelo agrícola en la Comunidad Campesina Agua Dulce, identificando las principales causas asociadas a la mecanización intensiva y describiendo la viabilidad del uso de mucuna negra como cobertura vegetal para su recuperación. A través de análisis de suelos, observación directa y revisión bibliográfica, se establece un diagnóstico que fundamenta el diseño de un plan agroecológico de restauración.

Enfocada en resolver los problemas prácticos y desarrollar soluciones concretas a través del uso de cobertura vegetal mucuna negra como alternativa agroecológica de recuperación de suelos degradados dando mejores opciones y abaratando costos al productor.

Por lo que se propone el plan de recuperación de suelos degradados por la agricultura mecanizada en áreas establecidas de la Comunidad Campesina Agua Dulce, a través de la implementación de cobertura vegetal mucuna negra (*mucuna pruriens*).

3.2. Enfoque de investigación

El método en la cual se encuentra enfocada nuestra investigación es el método cualitativo por lo que permitió alcanzar a describir los principales índices de degradación y afectación a suelos productivos que han sido intervenidos intensivamente por la agricultura mecanizada con el uso de químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas) a partir de situaciones y estudios enfocadas principalmente en encuesta poblacional a productores agricultores de la comunidad. Información relevante que permitirá la elaboración de nuestro diseño del plan de recuperación de suelos degradados para la Comunidad Campesina Agua Dulce.

3.4. Instrumentos empleados en la investigación

3.4.1. Revisión Bibliográfica

Permitió recopilar información ya existente sobre planes de recuperación de suelos degradados por la actividad intensa de la agricultura, mediante el uso y empleo de abonos verdes como leguminosas (mucuna negra).

3.4.2. Cuestionario de recolección de datos

Herramienta que permitió la recolección de datos cuantitativos, que se utilizará para la elaboración de nuestra propuesta del plan de recuperación de suelos afectados por la intensiva producción agrícola mecanizada.

3.5. Procedimientos

- 1) Determinar y georreferenciar las áreas a ser objeto de estudio de nuestra investigación a través del trabajo de campo y empleo de equipos GPS y programas ArcMap.
- 2) Realizar un análisis de Ph del suelo y nitrógeno con equipo portátil a través de un trabajo de campo, para determinar el estado del suelo a objeto de estudio.
- 3) Evaluar el impacto ambiental causado por la actividad intensiva de la agricultura mecanizada y el uso de químicos (fertilizante, herbicidas y pesticidas) en el suelo, mediante una hoja de evaluación de impacto ambiental bajo aspectos positivos y negativos.
- 4) Diseño del plan de recuperación a través de un sustento teórico práctico científico, modelo replicable para su aplicación en otras comunidades.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población que se definió como objeto de estudio y participo en el trabajo de investigación, es el grupo beneficiario del proyecto productivo mecanizado de la Comunidad Campesina Agua Dulce conformado por 30 familias beneficiarias. Las cuales dieron origen a los datos requeridos en la investigación.




Las 30 familias beneficiarias del proyecto fueron tomadas como nuestra población principal en la investigación, tomando en cuenta que a través de ellos se pudo obtener la información necesaria para poder determinar los impactos del proyecto en la comunidad.

3.6.2. Muestra

Debido a la selección de la representación muestral para el objeto de estudio, se realizó el muestreo por conveniencia al 25 % de la población total de las familias que fueron beneficiarias del proyecto productivo mecanizado de la Comunidad Campesina Agua Dulce, esto con el objetivo de recopilar la información que nos ayudó a buscar soluciones a nuestro problema planteado.

3.7.3. Participantes

Los participantes del trabajo de investigación se componen de la siguiente manera:

-  El investigador
-  La población
-  Tutor

3.8. Diseño muestral

3.8.1. Muestreo por convivencia no probabilístico

No tiene planificación y las unidades son elegidas de circunstancias fortuitas.

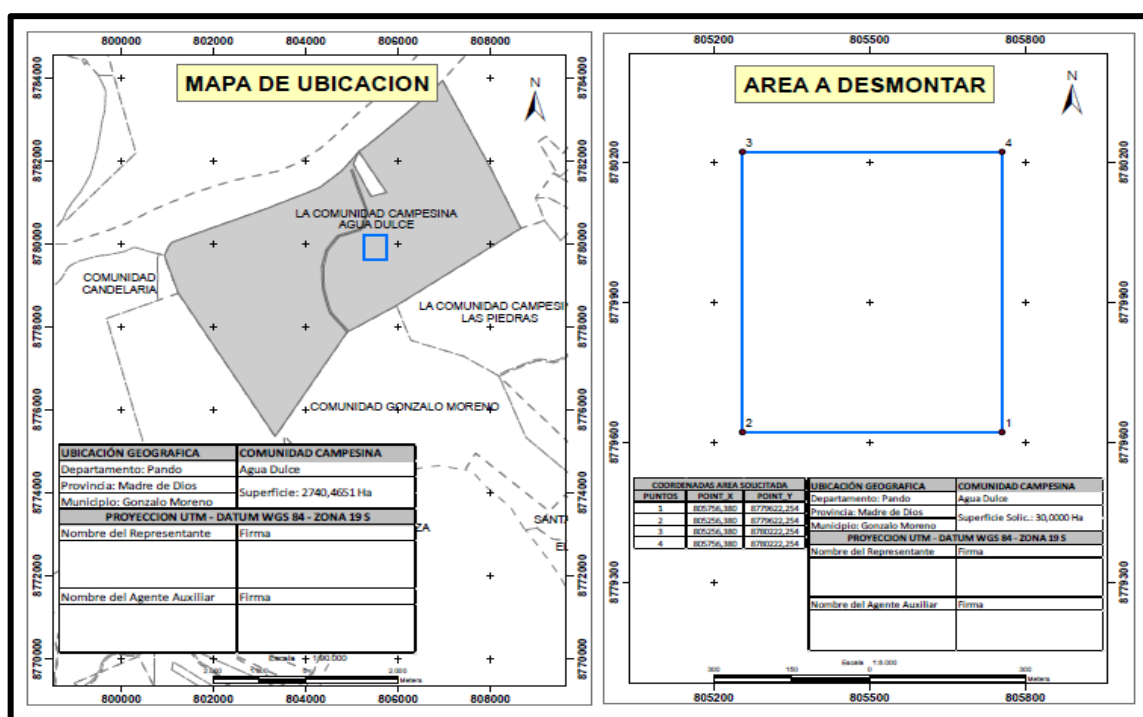
Por ejemplo, una entrevista a los primeros 50 estudiantes que están cercanos a la oficina del investigador. **(Ríos Ramírez 2017).**

El diseño muestral empleado en nuestra investigación es la muestra por conveniencia no probabilística, diseño que permitió el fácil acceso de la información por la disponibilidad de las personas que formaran parte importante de nuestra investigación.

CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el la Comunidad Campesina Agua Dulce perteneciente al Municipio de Puerto Gonzalo Moreno de la Provincia Madre de Dios del Departamento Pando, ubicada a 10 kilómetros de la central Gonzalo Moreno entre las coordenadas geográficas zona 19 Este 805035.98 m E, Norte 8781534.86 m S.

Figura 1: Mapa de ubicación Comunidad Campesina Agua Dulce y Are de Producción Mecanizada



Fuente: Proyecto productivo mecanizado

Figura 2: Imagen Satelital Comunidad Campesina Agua Dulce y Área de Producción Mecanizada



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Imagen Satelital del Are de Producción Mecanizada



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V. DIAGNOSTICO

4.1. Diagnostico

El diagnostico preliminar realizado en el área de producción mecanizada de arroz en la Comunidad Campesina Agua Dulce. Demuestra que existe una problemática a consecuencia de la producción agrícola intensiva mecanizada.

Identificando a través del diagnóstico de campo problemas ambientales como; la degradación de los suelos por el uso permanente de químicos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas), durante el proceso productivo, además de la compactación, erosión del suelo y la pérdida de la capa orgánica a consecuencia de la intervención constante de maquinaria, problemas económicos y social; alto costo de producción a diferencia de otras regiones productivas, baja producción de granos por hectárea generando pérdidas en las familias beneficiarias del proyecto productivo mecanizada.

En respuesta a la problemática identificada a través de del diagnóstico se propone diseñar un plan para la recuperación de suelos degradados por la sobre producción agrícola mecanizada en la comunidad campesina agua dulce en respuesta a la problemática ambiental, económica y social de la comunidad, a través del cultivo y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra como principal materia orgánica de recuperación de suelos degradados, practica agroecológica y modelo auto sostenible para las familias dedicada a la agricultura.

CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL

6.1. El modelo real

El área de producción mecanizada de la Comunidad Campesina Agua Dulce, presenta una problemática de degradación de suelo a consecuencia de la producción agrícola intensiva mecanizada, por la intervención constante de maquinaria agrícola lo que ha generado compactación del suelo, pérdida de la capa orgánica y erosión del suelo. Además del uso constante de agroquímicos en la actividad agrícola de producción de granos, situación que ha generado un impacto ambiental negativo.

6.2. El modelo ideal

Con el plan de recuperación de suelos degradados por la agricultura mecanizada en áreas establecidas de la Comunidad Campesina Agua Dulce se pretende mejorar las condiciones ambientales del suelo, recuperar la fertilidad del área intervenida y volverlos suelos productivos a través de la práctica agroecológica sostenible.

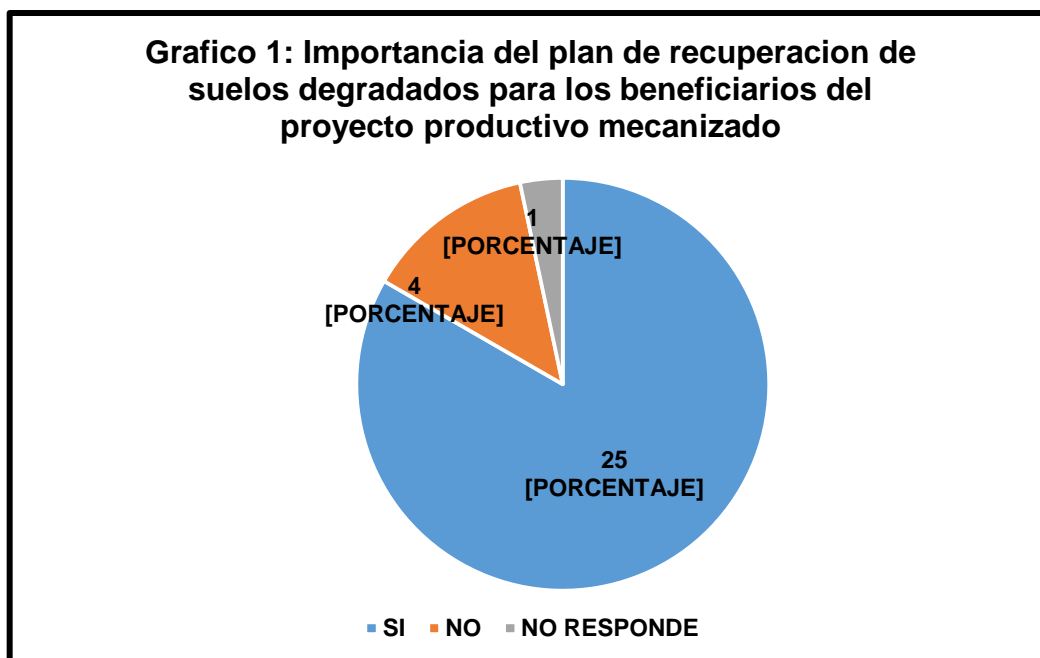
CAPITULO VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Interpretación de resultados, análisis y discusión

A través del estudio realizado mediante el uso de instrumentos de recolección de información se obtuvieron los siguientes resultados que demuestran la factibilidad de nuestra investigación para elaborar en plan de recuperación de suelos degradados por la agricultura mecanizada en áreas establecidas de la Comunidad Campesina Agua Dulce.

7.1.1. Entrevista realizada a beneficiarios del proyecto productivo mecanizado.

1. ¿Para usted es importante adoptar en plan de recuperación de suelos degradados por la agricultura mecanizada en el área establecida de la Comunidad Campesina Agua Dulce?



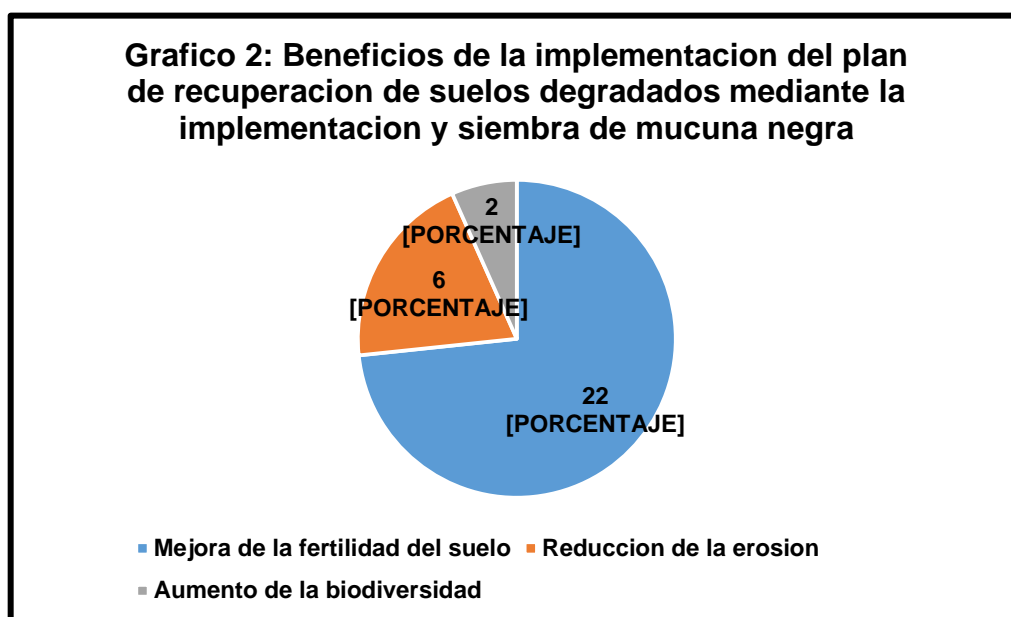
Fuente: Elaboración propia

Del total de 30 personas encuestadas beneficiarias directas del proyecto productivo mecanizado, 25 personas mencionaron que es muy importante adoptar el plan de recuperación de suelos degradados del área intervenida por la producción agrícola mecanizada, resultado que corresponde a un 83% de importancia. Otras 4 personas por la falta de información y conocimiento referente

al plan de recuperación de suelos degradados respondieron que no es de mucha importancia, resultado que representa un 14% de inaceptabilidad y 1 una persona no respondió a la pregunta realizada.

Resultado grafico del estudio que demuestra la importancia de implementar el plan de recuperación de suelos degradaos intervenidos por la sobre producción agrícola mecanizada en la Comunidad Campesina Agua Dulce.

2. ¿Qué beneficios espera obtener al implementar un plan de recuperación de suelos degradados con cobertura de mucuna negra?

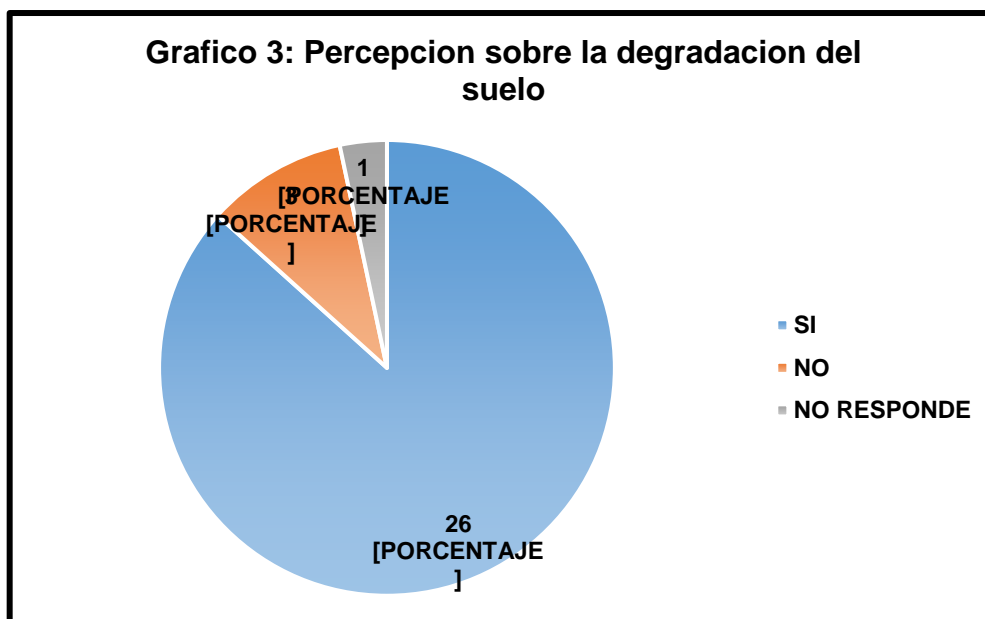


Fuente: Elaboración propia

De 30 personas encuestadas que forman parte activa del proyecto productivo mecanizado. 22 personas respondieron que, el plan de recuperación de suelos degradados mejora la fertilidad del suelo, dato que representa un 73%, 6 personas respondieron que se reducirá la erosión del suelo causada por la sobre producción agrícola mecanizada en el área de la Comunidad Campesina Agua Dulce, dato que representa un 20% y 2 personas mencionaron que se aumentara la biodiversidad en el área de estudio, información que representa el 7%.

El presente gráfico de resultados hace notar la importancia y beneficio ambiental de la implementación y puesta en marcha del plan de recuperación de suelos degradados por la sobre producción agrícola mecanizada.

3. ¿Considera usted que la producción agrícola mecanizada ha degradado el suelo intervenido con el proyecto productivo mecanizado?

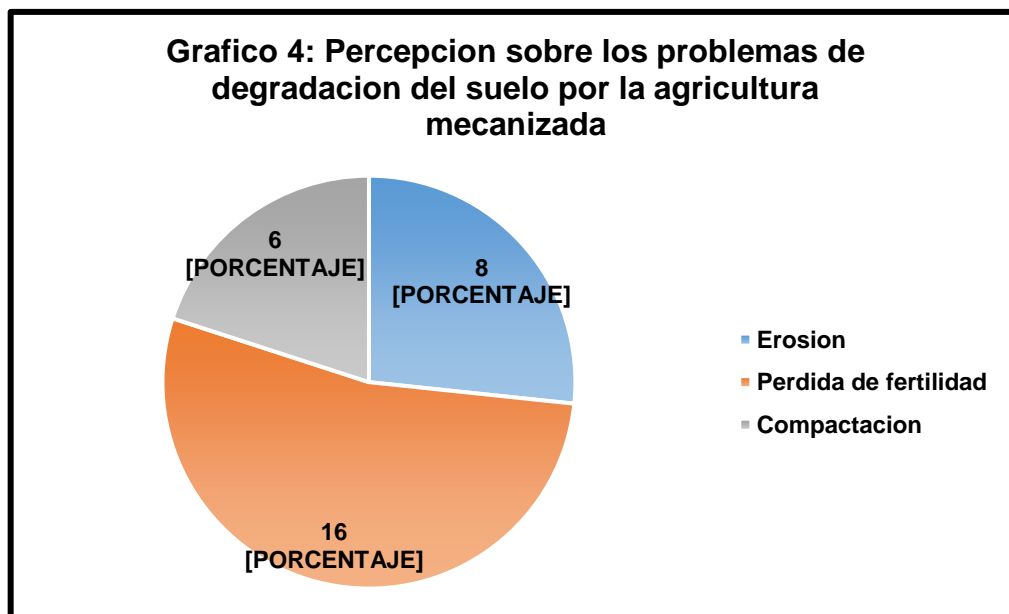


Fuente: Elaboración propia

Del total de 30 personas encuestadas de la Comunidad Campesina Agua Dulce. 26 respondieron que, si la mecanización agrícola ha generado la degradación del suelo de área de producción mecanizada, dato que representa el 87% del total encuestado, 3 personas respondieron que la actividad agrícola mecanizada no ha generado la degradación del suelo, dato que representa al 10% del total de personas involucradas en la investigación y 1 persona no respondió la pregunta de encuesta, dato que representa el 3%.

El presente gráfico de resultado hace ver el impacto negativo que se ha generado con la actividad agrícola mecanizada, actividad que ha generado principalmente la perdida de fertilidad y degradación del suelo.

4. ¿Cuáles son los principales problemas de degradación del suelo que ha observado en el área intervenida por la agricultura mecanizada?

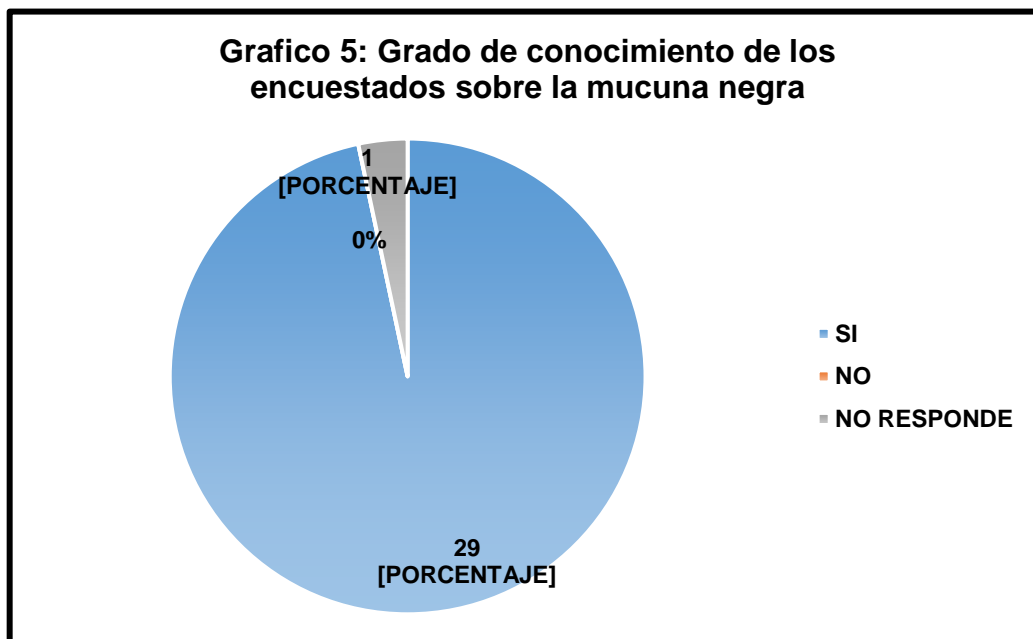


Fuente: Elaboración propia

Del total de las personas encuestadas, 16 personas respondieron que el problema principal es la pérdida de fertilidad del suelo, dato que representa al 53% de los encuestados, 8 personas respondieron que otro de los problemas es la erosión del suelo, dato que representa al 27% y 6 mencionaron que entre otros de los problemas ocasionados por la mecanización agrícola es la compactación del suelo, dato que representa el 20%.

El presente gráfico de interpretación de resultados, hace notar que los principales problemas ocasionados por la producción agrícola mecanizada es la pérdida de fertilidad seguido de la erosión y la compactación del suelo.

5. ¿Conoce usted la mucuna negra (Mucuna pruriens)?

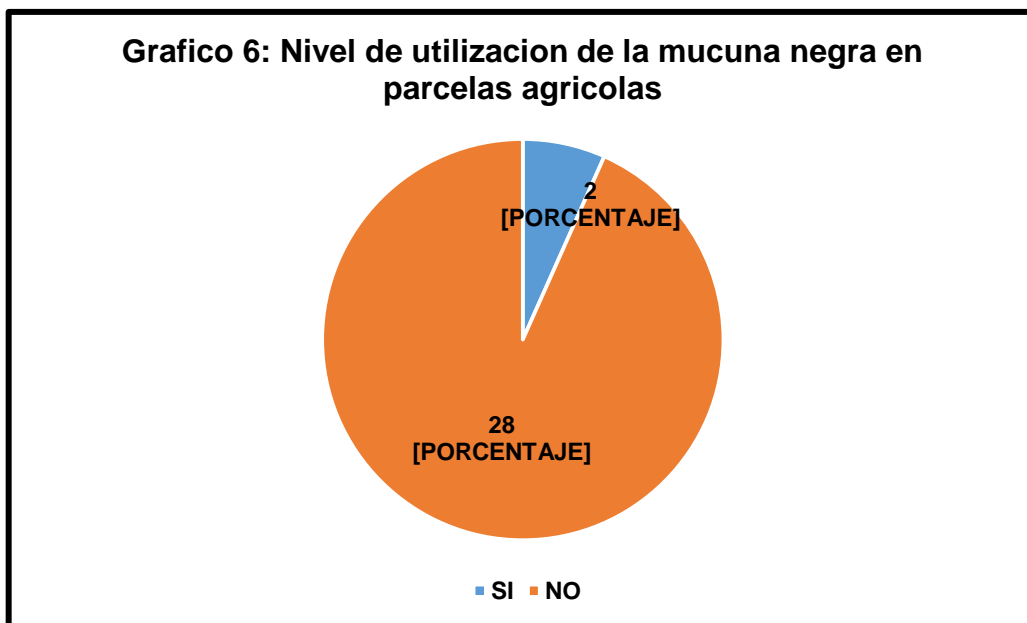


Fuente: Elaboración propia

De las 30 personas encuestadas, beneficiarias directas del proyecto productivo mecanizado de la Comunidad Campesina Agua Dulce. 29 respondieron la pregunta que, si conocen la cobertura vegetal mucuna negra, dato que representa al 97% de los encuestados, 1 persona no respondió la pregunta formulada, dato que representa al 3% del total de las personas involucradas en la investigación.

El presente gráfico de resultados refleja que, si las personas tienen conocimiento, conocen la cobertura vegetal mucuna negra, información que facilita poder adoptar el plan de recuperación de suelos degradados mediante la implementación y siembra de la mucuna negra.

6. ¿Ha utilizado anteriormente la mucuna negra como cobertura en su parcela agrícola?



Fuente: Elaboración propia

De todas las personas encuetadas en el desarrollo de nuestra investigación 28 respondieron que no han utilizado cobertura vegetal, específicamente la mucuna negra en sus parcelas, dato que representa el 93% de los encuestados, 2 personas respondieron que, si han utilizado la cobertura vegetal mucuna negra asociada al cultivo de plátano obteniendo buenos resultados de fertilidad y producción, dato que representa el 7% del total de las personas involucradas en la investigación.

El presente gráfico de interpretación de resultados refleja la importancia de promover la implementación y uso de la cobertura vegetal mucuna negra en parcelas y áreas productivas y como alternativa de recuperación de suelos degradaos por la sobre producción agrícola.

7. ¿Estaría interesado en participar en talleres o capacitaciones sobre el uso de mucuna negra para la recuperación de suelos degradados?



Fuente: Elaboración propia

De las 30 personas encuestadas, 29 respondieron a la pregunta formulada haciendo notar el interés en participar en talleres de capacitación sobre el uso y empleo de la cobertura vegetal mucuna negra en la agricultura como alternativa agroecológica para la recuperación de suelos degradados, dato que representa el 97% de los encuestados, 1 persona no respondió a la pregunta formulada en la encuesta, dato que representa el 3% del total de las personas encuestas en nuestra investigación.

El presente gráfico de interpretación de resultado refleja la importancia para las familias agriculturas recibir talleres de capacitación referente al uso, técnica de siembra de la cobertura vegetal mucuna negra en parcela como alternativa de recuperación de suelos degradados.

CAPITULO VIII. PROPUESTA

8.1. PLAN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR LA SOBRE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA MECANIZADA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA AGUA DULCE

1. Introducción

El Plan de recuperación de suelos degradados por la producción agrícola mecanizada en el área de la Comunidad Campesina Agua Dulce, utilizando cobertura vegetal mucuna negra (*Mucuna pruriens*), también conocida como frijol terciopelo, tiene como objetivo principal mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la materia orgánica y nutrientes disponibles para las plantas, reducir la erosión, disminuir la pérdida de suelo y nutrientes mediante la cobertura vegetal, además de aumentar la biodiversidad promoviendo la diversidad de microorganismos y fauna en el suelo.

Para la factibilidad del plan se contempla ciertos componentes que se describen a continuación.

2. Diagnóstico del terreno

Antes de cualquier intervención, es necesario conocer el estado actual del suelo a intervenir:

a. Análisis físico-químico del suelo

- ✚ Textura, pH, materia orgánica, nutrientes disponibles (N, P, K), salinidad, capacidad de retención de agua.
- ✚ Identificar limitaciones: compactación, erosión, baja fertilidad, presencia de malezas invasoras.

b. Caracterización del sitio

- ✚ Pendiente y topografía.
- ✚ Clima (temperatura, precipitación)
- ✚ Uso anterior del suelo (agricultura intensiva, mecanización, sobrepastoreo, deforestación, etc.).

3. Objetivo del plan

- ✚ Aumentar el contenido de materia orgánica.
- ✚ Mejorar la estructura y fertilidad del suelo.
- ✚ Controlar la erosión y las malezas.
- ✚ Fijar nitrógeno atmosférico (leguminosa).
- ✚ Preparar el suelo para cultivos productivos futuros.

4. Preparación del terreno

a. Limpieza y manejo inicial

- ✚ Eliminación manual o mecánica de malezas leñosas y residuos contaminantes.
- ✚ En suelos muy compactados, aplicar **labranza mínima** para no afectar la microbiota.

b. Mejoras iniciales (opcional)

- ✚ Enmiendas orgánicas: compost, estiércol, cal agrícola (si el pH es muy ácido)

5. Siembra de mucuna negra

a. Época de siembra

- ✚ Inicio de temporada lluviosa o con acceso a riego.

b. Densidad y forma de siembra

- ✚ Densidad: 60,000 – 80,000 plantas por hectárea (aprox. 50–60 kg/ha de semilla).
- ✚ Siembra en hileras a 0.5–1 m entre surcos y 20–30 cm entre plantas.

c. Manejo inicial

- ✚ Riego si es necesario para garantizar germinación.
- ✚ Control inicial de malezas hasta que la cobertura se cierre.

6. Mantenimiento y monitoreo

- ✚ La mucuna cubre rápidamente el suelo (en 30–60 días).
- ✚ No requiere fertilización si el suelo no está muy degradado.
- ✚ Monitorear plagas y enfermedades (aunque es resistente en general).
- ✚ Evaluar cobertura del suelo, fijación de nitrógeno, y biomasa generada.

7. Incorporación al suelo

Después de 3–5 meses, cuando la mucuna ha generado suficiente biomasa:

- ✚ Cortar la planta antes de que florezca completamente.
- ✚ Incorporar los residuos verdes al suelo mediante labranza superficial (abonado verde).
- ✚ O dejar la biomasa como **mulch** sobre el terreno.

8. Seguimiento y planificación futura

- ✚ Dejar descansar el terreno 2–4 semanas tras la incorporación para descomposición.
- ✚ Realizar nuevo análisis de suelo.
- ✚ En función del avance, considerar:
 - ✓ Nueva siembra de mucuna o rotación con otros cultivos mejoradores (canavalia, crotalaria).
 - ✓ Introducción de cultivos comerciales en asociación o sucesión.

9. Beneficios esperados

- ✚ Aumento de materia orgánica.
- ✚ Mejora de estructura y aireación.
- ✚ Fijación biológica de nitrógeno (hasta 150 kg N/ha).
- ✚ Reducción de malezas y plagas.
- ✚ Control de erosión.
- ✚ Aumento de la biodiversidad del suelo.

10. Recomendaciones adicionales

- ✚ Rotar con otras especies para no crear dependencia de una sola leguminosa.
- ✚ Fomentar prácticas agroecológicas y conservación de la microbiota.
- ✚ Evitar el uso de agroquímicos durante el proceso de recuperación.

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusión

La sobreproducción agrícola mecanizada ha provocado una degradación significativa de los suelos de la Comunidad Campesina Agua Dulce, afectando su estructura, fertilidad y biodiversidad.

Esto se traduce en una menor productividad, mayor dependencia de insumos externos y un desequilibrio ecológico progresivo.

El presente plan propone un enfoque integral y sostenible que combina técnicas de restauración física (como el subsolado y la labranza reducida), corrección química (mediante enmiendas y biofertilizantes) y recuperación biológica a través de cultivos de cobertura, compost y rotaciones. Estas acciones no solo permiten la regeneración del suelo, sino que promueven una agricultura resiliente y respetuosa con el medio ambiente.

Implementar este tipo de estrategia es clave para garantizar la seguridad alimentaria, mitigar el cambio climático y asegurar la sostenibilidad de los sistemas productivos a largo plazo.

9.2. Recomendaciones

- ✓ Adoptar prácticas agroecológicas y regenerativas que reduzcan la dependencia de maquinaria pesada y agroquímicos, priorizando la salud del suelo.
- ✓ Capacitar continuamente a agricultores y técnicos sobre manejo sostenible del suelo, tecnologías limpias y monitoreo de indicadores edafológicos.
- ✓ Establecer políticas de incentivos para quienes implementen prácticas de conservación y recuperación de suelos, con apoyo técnico y financiero.
- ✓ Fomentar la investigación local sobre el comportamiento del suelo ante diferentes prácticas agrícolas, con enfoque participativo y territorial.
- ✓ Monitorear periódicamente el estado del suelo, para ajustar las estrategias de recuperación según la evolución de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

CAPITULO X. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

10.1. Bibliografía

AGROVIN. (2011). Revista, nutrientes organicos para la agricultura familiar.

Amado, C. (2006). Estudio sobre el efecto de la cobertura vegetal en la produccion del maiz.

Bhatt, G. (2024). *Problematica Ambiental a Nivel Mundial de la Produccion Agricola Mecanizada.*

Cabrera. (2015). *Agricultura de conservacion.*

FAO. (2010). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, recuperacion de suelos degradados.*

FAO. (2010). *Organizacion de las Naciones Unidas. Informe suelos degradados en el mundo.*

FAO. (2013). *Problematica ambiental a nivel Latinoamerica por la produccion agricola mecanizada.*

FAO. (2015). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Informe del estado del suelo en el mundo.*

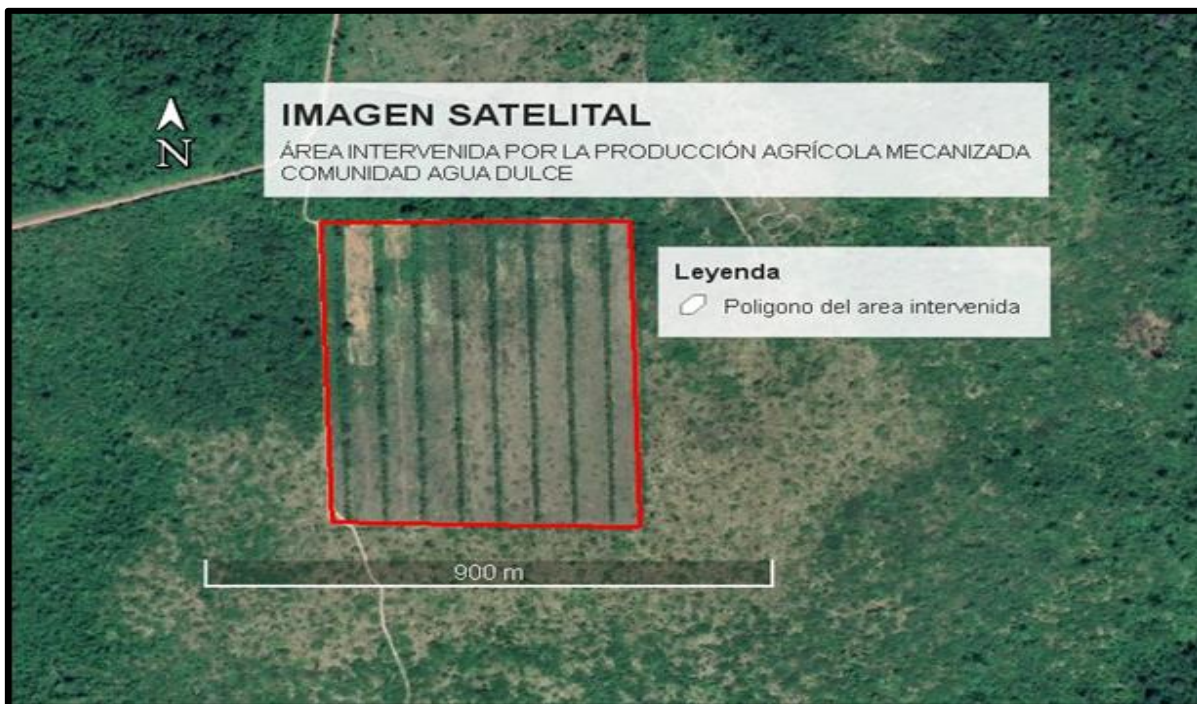
Lopez. (2021). *Problematica ambiental en contexto nivel Nacional Bolivia por la produccion Agricola Mecanizada .*

PASF. (2014). *Programa Amazonia Sin Fuego, Cultivo de la Mucuna Negra.*

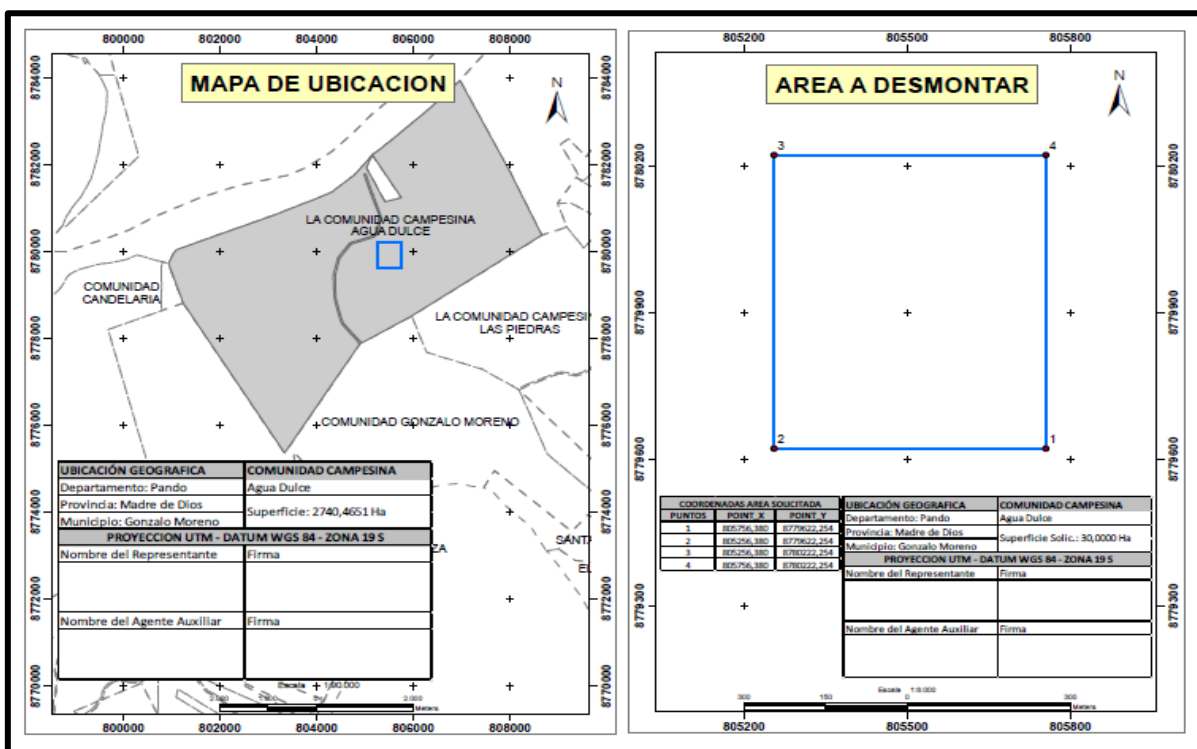
Peralta, R. C. (2017). *Problema ambiental en contexto a nivel Local Municipio Puerto Gonzalo Moreno por la produccion agricola mecanizada .*

6. Anexos

1) *Imagen Satelital del área intervenida por la producción agrícola mecanizada en la Comunidad Agua Dulce sujeta de estudio*



2) *Mapa de ubicación del área sujeto de estudio*



2) *Desmote con maquinaria pesada para habilitar área productiva bajo sistema mecanizado*



3) *Preparación y acondicionamiento de suelo para siembra con maquinaria agrícola*



4) Aplicación de fertilizante, herbicida y pesticida bajo sistema mecanizado



5) Aplicación de calcáreo y urea al suelo bajo sistema mecanizado



6) *Mucuna negra*

