

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**

**UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS**

**ÁREA CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**IMPACTOS DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS  
UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE ARROZ. (*Oryza sativa*)  
MEDIANTE ANÁLISIS EN LABORATORIO, EN LA  
COMUNIDAD LAS PIEDRAS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**POSTULANTE: UNIV.: DENNIS SUBIRANA CORDERO**

**TUTOR: ING. FORESTAL. WISNER ÁVILA VALERA**

**TUTOR EXTERNO: ING. AMBIENTAL: GUILMER CUSI MAMANI**

**LAS PIEDRAS- PANDO-BOLIVIA**

**GESTIÓN: 2018**

## HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis de grado, ha sido aceptada en la de la presente manera, por la Universidad Amazónica de Pando, Dirección del área de ciencias Biológicas y naturales y aprobadas por el tribunal:

Lic. Luis Alberto Oliveira Carrillo

### **DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS- UAP**

Ing. Maida Katherine Lazcano Espinoza

### **Tribunal**

Lic. Claudia Banzer Domínguez

### **Tribunal**

Doctor:

### **Tribunal**

Ing. Wisner Ávila Valera

### **Asesor**

Ing. Guilmer Cusi Mamani

### **Asesor**

Dennis Subirana Cordero

### **Postulante**

## AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por darme la vida, la salud, y la sabiduría para poder terminar mi tesis de grado y llegar al final de la meta, para así poder salir al campo laboral.

Y así decir con orgullo esta frase: (no fue fácil pero lo logre).

A toda mi familia por apoyarme y brindarme su comprensión en cada momento en cada obstáculo que se me presentó a lo largo de mi estudio Académico.

A mi esposa por darme siempre ese ánimo, cariño y comprensión para seguir hacia adelante, a mi hijito Brais Caleb por cada momento bello que vivo a su lado desde que llego a mi vida, porque cada mañana al despertar me da una sonrisa y me hace la persona más feliz del mundo.

Agradezco también a la casa superior de estudio la Unidad Académica Las Piedras por abrirnos las puertas y acogernos en su maravilloso ambiente a jóvenes como mi persona y así poder contribuir a la sociedad en busca de un futuro mejor.

Como también con mucho respeto y estima agradezco a mis tutores, Ing. Wisner Ávila Valera, Ing. Guilmer Cusí Mamani. Quienes contribuyeron con sus conocimientos para poder terminar el trabajo de investigación.

### **DEDICATORIA**

Esta tesis les dedico a mis padres. Wilfredo Subirana C. Y Luisa cordero E. A mi esposa Graciela Mariscal. A mis hijos Brais Caleb y Jhoel. A mis hermanas. Fanny, Yenny, Lixi, Bevy, Adiely, Luisana. A mis hermanos David, Jorge Eduardo, Wilfredo y Josué. A mis cuñados, Jildo Alex, Rubén, José Luis, Jhon pedro. Personas que de una u otra forma estuvieron brindándome su ayuda, apoyo, consejos y guía durante todo este proceso de formación profesional, venciendo cada uno de los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi carrera, por estas razones es que yo con mucho amor y cariño desde lo más profundo de mi corazón les dedico y le doy gracias por confiar en mí.

**Con mucho amor Dennis**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
2.1	Descripción del Problema.....	2
2.2	Delimitación del problema.....	2
2.3	Planteamiento del problema.....	3
2.4	Pregunta de investigación.....	4
<b>3</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
3.1	Justificación Técnica.....	4
3.2	Justificación Social.....	4
3.3	Justificación Socio Económica.....	4
3.4	Justificación Ambiental.....	5
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
4.1	Objetivo General.....	5
4.2	Objetivos Específicos.....	5
<b>5</b>	<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
5.1	Definición de variables.....	6
5.2	Operacionalización de las variables.....	7
5.3	Significación práctica.....	7
5.4	Aporte teórico.....	8
<b>6</b>	<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>9</b>
6.1	Marco Conceptual.....	9
6.2	Marco Teórico.....	13
6.2.1	Importancia del suelo.....	13
6.2.3	Fertilidad Física-Química del Suelo.....	14
6.2.4	Propiedades Físicas -Químicas y Biológicas de los Suelos.....	21
6.2.5	Tipo de Muestreo.....	26
6.2.5.2	Suelos Degradados.....	30
6.2.6	Efectos negativos de los fertilizantes químicos en el suelo.....	30

6.2.7	Ventajas y riesgos de la urea en el suelo.....	31
6.2.8	Técnicas para la agricultura sostenible.....	36
6.2.9	Ventajas que tiene la mucuna .....	40
6.3	Marco Legal .....	41
7	DISEÑO METODOLOGICO .....	43
7.1	Tipo de investigación.....	43
7.2	Métodos y técnicas de recolección de datos .....	44
7.3	Técnica utilizada en la investigación para obtener los datos de la investigación.....	46
7.3.1	Población y Muestra.....	47
7.4	Tipo de Muestreo .....	48
7.4.1	Método probabilístico.....	48
7.4.2	Muestreo de identificación .....	48
7.5	Instrumento y/o materiales relevantes.....	52
8	RESULTADOS .....	53
8.1	Descripción de tratamiento estadístico .....	53
8.2	Presentación de resultados obtenidos .....	58
9	CONCLUSIONES.....	65
10	RECOMENDACIONES.....	66
11	CUERPO DE REFERENCIA .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Identificación de variables .....	6
Tabla 2: Descripción de las variables e indicadores.....	7
Tabla 3: Como interpretar los resultados del análisis de los impactos o efectos causados por la utilización de fertilizantes químicos (urea, cal) .....	22
Tabla 4: Profundidad del muestreo según el uso de suelo.....	30
Tabla 5 : Calculo del tamaño muestral .....	48
Tabla 6: Coordenadas de la delimitación del área de estudio antes de haber utilizado fertilizantes químicos.....	50
Tabla 7: Coordenadas de la sub- muestras antes de haber utilizado fertilizantes químicos .....	51
Tabla 8: Coordenadas del área delimitada después de haber utilizado fertilizantes químicos .....	51
Tabla 9: Coordenadas de la sub- muestra después de haber utilizado fertilizantes químicos .....	52
Tabla 10: Materiales empleados en la investigación .....	53
Tabla 11: Resultados de la encuesta N° 1 .....	54
Tabla 12: Resultados de la encuesta N° 2 .....	55
Tabla 13: Resultado de la encuesta N° 3 .....	56
Tabla 14: Resultado de la encuesta N° 4 .....	57
Tabla 15: Análisis de los parámetros físico-químicos del suelo ante de haber utilizado fertilizantes químicos.....	59
Tabla 16: Análisis de los parámetros Físico-químico de suelo después de haber utilizado fertilizantes químicos.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICO

Grafico 1: Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación regular: forma de cuadrado. ....	29
Grafico 2: Resultados de la encuesta N° 1 .....	54
Grafico 3 Resultado de la encuesta N° 2.....	55
Grafico 4: Resultados de la encuesta N° 3 .....	56
Grafico 5: Resultado de la encuesta N° 4 .....	57
Grafico 6 : Disponibilidad de nutrientes relativos al PH .....	63

**ÍNDICE DE FIGURA**

Figura 1: Fases del suelo .....	24
Figura 2:Partición de muestra .....	29
Figura 3: Tipos de urea .....	31
Figura 4: Alcances del diseño de investigación.....	44
Figura 5: Interpretación del método deductivo .....	45
Figura 6: Interpretación del método inductivo.....	46

## ÍNDICE ANEXO

Anexo 1: Imagen de ubicación .....	ii
Anexo 2: Guía de Observación .....	iii
Anexo 3: Guía de encuesta .....	iv
Anexo 4: Guía de muestreo de suelo para el área de producción de arroz mecanizado de la comunidad las piedras .....	v
Anexo 5: Observación directa del área del área de producción de arroz mecanizado con fertilizantes químicos.....	ix
Anexo 6: observación después del arado en el ara de producción de arroz .....	x
Anexo 7: Encuesta realizada a los agricultores de arroz de la comunidad las Piedras .....	xi
Anexo 8 : Delimitación de La áreas.....	xii
Anexo 9: Recolección de las sub-muestra antes y después de haber utilizado fertilizantes químicos.....	xiii
Anexo 10: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO EN EL LABORATORIO CIAT .....	xiv

## RESUMEN

El suelo es el recurso más preciado que nos brinda la naturaleza para que en el los seres humanos realicemos nuestras actividades diarias.

La presente tesis tiene como finalidad determinar los impactos o efectos causados por la utilización de los fertilizantes químicos (urea, cal) en el área de cultivo de arroz mecanizado en la Comunidad Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, mediante un análisis de suelo tomando en cuenta los parámetros físico químico, realizado en el laboratorio CIAT en la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra, para lo cual al momento de llevar acabo la presente investigación se planteó tres objetivos específico que nos permitió llegar a un resultado concreto, también la aplicación de instrumento como observación y en cuesta nos permitió recolectar dato para cumplir con los objetivos planteado dentro de la investigación, las citas bibliográfica que fueron conceptos clave al momento de realizar el trabajo de campo, al mismo tiempo nos permite recomendar alternativas como solución a la degradación de las áreas de producción para el cuidado del suelo que es considerado el factor más importante dentro del medio ambiente.

Al final de la presente investigación los resultados obtenidos nos permite identificar los efectos que causan los fertilizantes químico donde se puede descifrar cada parámetro físico-químico analizado que se describe con precisión en la discusión e interpretación de resultados. *Ver tablas N° 15 y 116.*

Para dar solución al problema identificado en la presente investigación se describen medidas de mitigación, recomendando alternativas orgánicas como: rotación de cultivos, abonos verdes todo esto con la finalidad de conservar nuestros suelos y medio ambiente, de esta manera mi trabajo aporta a los agricultores de la Comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

**PALABRAS CLAVES:** Determinación de impactos o efectos, Suelo, Medio ambiente Arroz, análisis, físico-químico.

## SUMMARY

Soil is the most precious resource that nature offers us so that in human beings we can carry out our daily activities.

The purpose of this thesis is to determine the impacts or effects caused by the use of chemical fertilizers (urea, lime) in the mechanized rice cultivation area in the Las Piedras Community of Puerto Gonzalo Moreno, through a soil analysis. taking into account the physical and chemical parameters, carried out in the CIAT laboratory in the City of Santa Cruz de la Sierra, for which, at the time of carrying out the present investigation, three specific objectives were proposed that allowed us to reach a concrete result, also the application of instrument as observation and in slope allowed us to collect data to meet the objectives set out in the research, bibliographic citations that were key concepts when carrying out the field work, at the same time allows us to recommend alternatives as a solution to degradation of the areas of production for the care of the ground that is considered the fac most important in the environment.

At the end of the present investigation, the results obtained allow us to identify the effects caused by chemical fertilizers where each analyzed physical-chemical parameter can be deciphered, which is accurately described in the discussion and interpretation of results. See tables N ° 15 and 116.

In order to solve the problem identified in the present investigation, mitigation measures are described, recommending organic alternatives such as: crop rotation, green fertilizers all this with the purpose of conserving our soils and the environment, in this way my work contributes to the farmers of Las Piedras Community of the Municipality of Puerto Gonzalo Moreno.

**KEY WORDS:** Determination of impacts or effects, Soil, Environment Rice, analysis, physical-chemical.

## 1 INTRODUCCIÓN

El suelo es el recurso máspreciado que nos brinda la naturaleza para que en él los seres humanos realicen sus actividades.

El ser humano en su disputa con la naturaleza para poder satisfacer plenamente sus necesidades principalmente alimenticias, ha forjado el incremento de los cultivos con el objetivo de lograr una alta producción y una mayor rentabilidad económica.

Sabemos que en la actualidad es muy difícil una agricultura con altos rendimientos sin la utilización fertilizantes químicos (urea, cal) como técnicas de defensa de plantas, pero este tipo de técnica hemos podido identificar que no es exactamente la correcta, ya que ocasiona una serie de impactos y efectos en la decadencia de nutriente físico-químicos en el suelo.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal hacer un análisis de suelo que determine el grado de impactos o efectos causado por la utilización de fertilizante (urea, cal) en el área de producción de arroz en la Comunidad Las Piedras, Provincia Madre de Dios Departamento Pando. Así mediante una revisión bibliográfica analítica y reconocimientos de normativas ambientales, nacionales e internacionales entorno a la contaminación del recurso suelo esperamos obtener conocimientos amplios precisos y eficaz al momento de ejercer el trabajo de investigación al mismo tiempo describimos el tipo de muestreo y técnica efectuada en la ejecución del análisis del suelo para así poder determinar el impacto o efectos que causa la utilización de la urea.

De todas las citas consultadas extraídas de libros, artículos, revistas, leyes y normativas, guía de muestreo de suelos y otros, fueron de gran ayuda al momento de recomendar alternativas como solución al problema abordado dentro de la investigación

## **2 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

### **2.1 Descripción del Problema**

En la comunidad de Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno la utilización de los fertilizantes químicos (urea, cal) en el área de producción de arroz mecanizado genera una serie de impactos negativos al suelo de esta zona, la cual este problema surge o nace en el momento en que los agricultores tratan de satisfacer las necesidades alimentarias de sus familias y buscan un mejor sustento económico, lo cual a través de una observación directa se pudo evidenciar que los químicos han provocado un cambio rotundo en la producción de arroz mecanizado en la comunidad de La Piedras, es por ello que a raíz de la observación nace el deseo de saber o conocer que impactos provocan los fertilizantes químicos al suelo y las consecuencias que nos puede provocar a un futuro no muy lejano.

Los cultivos, en todas las actividades de la agricultura, requieren el conocimiento de suelos, lo cual Para obtener esos conocimientos, es necesario tomar muestras de cada parámetro físico-químico, prepararlas para el análisis y someterlas a un proceso analítico, para determinar aquellos elementos que son fundamentales, conocer sus características y tomar decisiones para su evaluación y uso, recomendarles alternativas que ayuden a mejorar la producción y que no cause impactos o daños al suelo o al medio ambiente.

### **2.2 Delimitación del problema**

Específicamente el problema de la presente investigación nace a raíz de la agricultura mecanizada, ya que los agricultores de la Comunidad de Las piedras, en busca de una mejor producción de arroz, introducen sustancias químicas para el mejor desarrollo productivo, sin darnos cuenta que estos químicos son bastantes dañino para nuestro suelo y medio ambiente y la salud humana, esto nos motiva a demostrar mediante un análisis de suelo los impactos que ocasionan estas sustancias al suelo haciendo una comparación con el ante y después de haber utilizado los fertilizantes químicos.

La comunidad Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno en su uso actual del suelo está constituido en gran parte por Tierra de Uso Agrosilvopastoril. Donde los agricultores siembran sus cultivos de: maíz, arroz, yuca, frutas tropicales, legumbres y hortalizas.

### **2.3 Planteamiento del problema**

A nivel internacional el manejo integral del suelo se los considera como el factor principal de producción, ya que es clave para la producción sostenible, el suelo sustenta la producción de biomasa y de productos agropecuarios (alimentos), y en particular. El suelo provee materia prima, garantiza el almacenamiento de carbono, 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 nuestro país el suelo es un recurso muypreciado donde se ha ido desarrollando actividades agrícolas insostenibles como el uso excesivo de maquinarias y el uso de fertilizantes químicos en el occidente y oriente de nuestro país, en busca de una mejor producción para el sustento económico de nuestra nación

En la Comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, el cultivo de arroz mecanizado es el mayor apoyo económico de las personas. En la actualidad está siendo muy difícil obtener buenos rendimientos productivos, sin embargo la tasa poblacional está creciendo incondicionalmente y trae consigo una demanda económica y alimentaria para el sustento de las familias, lo cual esto llena de preocupación a los señores agricultores que se miran en la necesidad de recurrir a los fertilizantes químicos (Urea, Cal), a través de una observación se pudo identificar que estas sustancias ocasionan una serie de impactos negativos al suelo, dañando a la estructura física-química e indirectamente al agua y a la atmosfera.

## **2.4 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los impactos o efectos producido por los fertilizantes químicos (urea, cal) utilizados en el cultivo de arroz mecanizado, en la Comunidad Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno?

## **3 JUSTIFICACIÓN**

### **3.1 Justificación Técnica**

Los agricultores de Arroz Mecanizado de la Comunidad las piedras, en busca de una mejor producción o en procura de satisfacer las necesidades alimenticias y económicas de sus familias, introducen fertilizantes químicos (urea, cal) al suelo, sin medir las consecuencias o daños que éstas podrían ocasionar a la estructura superficial del área, al medio ambiente y a la salud humana. Es por ello que se pretende demostrar en la presente investigación, mediante un análisis físico-químico en laboratorio, los impactos que provocan los fertilizantes químicos haciendo una comparación de suelo antes y después de haber utilizado las sustancias químicas.

### **3.2 Justificación Social**

La investigación ayudará a la comunidad y los lectores de la presente investigación, ya que lo que se pretende con esto es que se conozca los impactos que provoca la utilización de los fertilizantes químicos en el suelo tomando en cuenta el antes y después de haber atizado dichas sustancias en el área de producción de arroz en la Comunidad las Piedras el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

### **3.3 Justificación Socio Económica**

A través de los instrumentos utilizados en la investigación, (observación directa y encuesta realizadas a los beneficiarios del área de producción de arroz mecanizado en la comunidad las piedras se ha evidenciado que, La utilización de los fertilizantes químicos, a corto plazo proporciona buena producción y sustento económico satisfactorio y largo plazo, se ha podido evidenciar la decadencia de la

producción de los cultivos, ocasionando un desequilibrio productivo y por supuesto económico.

### **3.4 Justificación Ambiental**

Sabemos que el suelo es un recurso natural que nos provee la naturaleza y está cubierta por árboles, plantas al mismo tiempo habitan los seres humano y animales, lo cual todos ellos realizan sus diferentes funciones dentro del medio ambiente, las personas trabajan la tierra arándola para cultivar deferentes especies de cultivo, en la comunidad las Piedras los habitantes mayormente se dedican a la producción de arroz ,donde han utilizado fertilizantes químico para un mayor desarrollo productivo.

La utilización excesiva de los fertilizantes con lleva a una perdida y contaminación significativa de suelo dándole como resultado alteraciones en su estructura natural y decadencia de nutrientes minerales.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Determinar los impactos o efectos negativos producidos por los fertilizantes químicos (urea, cal) utilizados en el cultivo de arroz, mediante un análisis en laboratorio, en la Comunidad Las Piedras, del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Delimitar las áreas específicas para la recolección de muestras, ante y después de haber empleado fertilizantes químicos (urea, cal).
- Describir las características físico-químicas de los suelos antes y después de la cosecha de arroz mecanizado.
- Interpretar los resultados de la variación de los Parámetros físico químico del suelo después del análisis realizado.

## 5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Los fertilizantes químicos (urea, cal) utilizados en el cultivo de arroz mecanizado, producen contaminación del suelo.

### 5.1 Definición de variables

**Tabla 1: Identificación de variables**

<b>Variable Independiente</b>
Tipo de fertilizantes químicos empleados en el cultivo de arroz mecanizado
<b>Variable Dependiente</b>
Grado de contaminación del suelo

**FUENTE:** Elaboración propia

## 5.2 Operacionalización de las variables

**Tabla 2: Descripción de las variables e indicadores**

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES							
VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES V.I.		VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES V.D.			INSTRUMENTOS
				P. F.Q	A	D	
Tipo de fertilizantes químicos empleados en el cultivo de arroz mecanizado.	Cantidad de Urea aplicada	400kg /Ha	Grado de contaminación del suelo	Textura	FY	FA	Observación
				PH	4.4	4.5	
	Cantidad de Cal aplicada	500Kg/Ha		C.I.C:E	1,7	1,8	
				Salinidad	Bajo	bajo	
				p	8	9	
				Ca	0,3	0,9	
				N	0,04	0,06	
				p	0,03	0,03	
				k	0,09	0,17	
				M.O	0,9	1,2	
		C.E	42	47			

**FUENTE:** Elaboración Propia

## 5.3 Significación práctica

La investigación realizada tiene una trascendencia muy significativa y practica ya que las bibliografías consultadas, hacen posible realizar el análisis de suelo donde los agricultores han utilizado fertilizantes químicos (urea, cal), lo cual nos permitirá obtener resultados reales sobre el estado en el que se encuentra el suelo y de

esta manera demostrar si los químicos afectan o no al suelo, teniendo siempre en cuenta los objetivos planteados.

- a) Delimitar el área específica donde se practica el cultivo de arroz mecanizado empleando fertilizantes químicos (urea, cal).

Este objetivo fue cumplido trascendentalmente ya que nos permitió delimitar las dos áreas e identificar los puntos para la recolección de la muestra del antes y después de haber utilizado los fertilizantes químicos, en la Comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

- b) Describir las características físico-químicas de los suelos antes y después de la cosecha de arroz mecanizado.

En este objetivo la observación aportó en gran manera ya que nos permitió identificar las características físicas a simple vista, no obstante a lo mencionado, para una mayor descripción de la propiedad del suelo en cada área, se tomó una muestra representativa lo cual nos permite describir con exactitud las características de las dos áreas de estudio.

- c) Interpretar los resultados de la variación de los Parámetros físico químico del suelo después del análisis realizado.

Este objetivo fue clave al momento de descifrar los resultados obtenidos ya que en él podemos mencionar los parámetros de las dos áreas analizadas y de esa manera poder saber si los fertilizantes químicos (urea, cal) causan impacto o efecto al suelo.

#### **5.4 Aporte teórico**

El aporte teórico tiene una importancia muy significativa dentro de la investigación realizada puesto que permite describir y explicar el estado actual de las características del suelo en el área de producción de arroz mecanizado donde se

utilizó fertilizantes químicos (urea, cal), haciendo una comparación con el antes y después de haber utilizado químico.

Lo cual estos resultados permite demostrar a los señores agricultores los impactos que causan los fertilizantes químicos al suelo y al medio ambiente, permitiendo así alimentar en conocimientos aportando con resultados reales dentro de las área donde se cultiva arroz mecanizado en la comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo moreno.

## **6 MARCO REFERENCIAL**

### **6.1 Marco Conceptual**

**6.1.1 Impactos:** Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorables o desfavorables, en el medio o con alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. (UNIVERSIDAD LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE, 2005).

**6.1.2 Medio Ambiente:** Según el autor (Gardey, 2009). El medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionado y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

Los seres vivos, el suelo, el agua, el aire, los objetos físicos fabricados por el hombre y los elementos simbólicos (como las tradiciones, por ejemplo) componen el medio ambiente. La conservación de este es imprescindible para la vida sostenible de las generaciones actuales y de las venideras.

Podría decirse que el medio ambiente incluye factores físicos (como el clima y la geología), biológicos (la población humana la flora, la fauna, el agua) y socioeconómicos (la actividad laboral, la urbanización, los conflictos sociales).

El medio ambiente es la suma de los factores como ser: Agua, suelo y aire, lo cual estos factores son de vital importancia para la agricultura y desarrollo sustentables de los seres humanos.

**6.1.3 El suelo:** El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. (Moreno, 2001).

El suelo es un sistema muy complejo que sirve como soporte de las plantas y como despensa de agua y de otros elementos necesarios para el desarrollo de los vegetales. El suelo es conocido como un ente vivo en el que habitan gran cantidad de seres vivos como insectos y microorganismos (hongos y bacterias) que influyen en la vida y desarrollo de las plantas. El suelo se encuentra en permanente evolución, es decir, sus características cambian de acuerdo al clima, a la presencia de animales, plantas y a la acción del hombre. Por lo tanto, un suelo natural, en el que la evolución es lenta, es muy diferente de uno cultivado. La pérdida de 1 cm/ha/año de sustrato equivale a la desaparición de 100 a 150 toneladas de suelo, factor que puede reducir hasta un 34% el rendimiento productivo agropecuario. (Kuno, 20017).

**6.1.4 La Agricultura:** Es la labranza o cultivo de la tierra e incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y a la plantación de vegetales, las actividades agrícolas suelen estar destinada a la producción de alimentos y a la obtención de verduras, frutas, hortalizas o cereales.

La agricultura implica la transformación del medio ambiente para satisfacer las necesidades del hombre. Esta capacidad es la que diferencia al ser humano del resto de los seres vivos. (Gardey, 2009).

**6.1.5 Agricultura Sostenible:** Sistema de producción agropecuaria que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y sin comprometer las potencialidades presentes y futuras del recurso suelo. (ONU, 2015).

**6.1.6 Arroz (ORIZA SATIVA):** Según (SAG, 2003). El arroz es un cultivo cuya base productiva conjuga trabajo, tierra y agua. Dada la situación actual de esos recursos en el mundo, ni Asia, ni África parecen dar garantías para producir la totalidad de la demanda mundial de arroz, necesaria para alimentar a más de 7,000 millones de personas. Considerando que el arroz, provee más de la mitad del alimento diario a una tercera parte de la población mundial especialmente en Asia, donde se encuentra el 58% de dicha población y se consume más del 90% de todo el arroz producido en el mundo. El arroz es el único cereal importante que se destina casi exclusivamente a la alimentación humana. Sus virtudes como alimento son numerosas: Es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio.

El arroz es una gramínea domesticada y es a la vez un cultivo milenario, se tiene evidencia de que en algunos países del continente asiático se cultiva desde hace unos 8,000 años. En términos de la producción mundial de los cereales, el arroz ya supera al trigo.

El botánico Vavilov, consideró que el arroz cultivado tiene su origen en la India de donde pasó a la China y después al resto del mundo. Aproximadamente el 90% del arroz que se cosecha en el mundo, se produce en las zonas templadas y solo el 10 % en las zonas tropicales. En las zonas templadas donde el rendimiento de grano es bastante alto, debido a una mayor cantidad de horas luz, asimismo gran

parte del arroz que se produce en estas zonas templadas, es bajo riego controlado.

Sin embargo, con las nuevas variedades de alto rendimiento y la utilización de prácticas mejoradas de cultivo, se ha demostrado que también en las zonas tropicales, que cuentan con la suficiente disponibilidad de agua, es posible también obtener elevados rendimientos de arroz. Estas áreas es donde los productores pueden ser competitivos, eficientes y conducir una agricultura rentable y sostenible con el cultivo del arroz.

**6.1.7 Los Fertilizantes:** Llamamos fertilizantes o abono a cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporta a las plantas una o varios de los alimentos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo natural. (Facultad, 2009).

Los fertilizantes que se utilizan en la producción de arroz son el Nitrato de Sodio, Sulfato de amonio, amoniaco, cloruro de amonio y la urea siendo este producto uno de los más utilizados en la producción de arroz, todos estos causantes de efectos negativos para el suelo. (Facultad, 2009).

**6.1.8 Urea:** La urea es un fertilizante nitrogenado que se incorporó a la agricultura chilena a fines de los años 60. Su utilización comenzó con muchas dudas, las que se han ido resolviendo con la experiencia adquirida por los técnicos y los agricultores. Desde su inicio este abono ha competido con el salitre, ganando posiciones importantes en el mercado nacional a pesar de que sus características no son plenamente conocidas. (Pozo, 1984).

**6.1.9 Cal:** Según el (Servicios, 2008)La cal que con mayor regularidad se utiliza en los cultivos agrícolas, es un polvo de color blanco grisáceo, completamente estable a la intemperie. Su manejo no requiere de protección especial. La cal normalmente se aplica al aire libre incorporándola de inmediato al suelo. Se obtiene de la trituración y cribado de rocas calcáreas y minerales tipo calcitas que contienen carbonato de calcio, cuya fórmula química es  $\text{CaCO}_3$ .

A la calcita con frecuencia se le denomina “caliza”. Es un sinónimo equivocado. La caliza es una roca más que un mineral. El nombre de calcita viene del latín cal, que significa cal viva. Es el mineral más estable que existe de carbonato de calcio. La llamada agua dura, es un agua encontrada en regiones ricas en calcita y que contiene una alta concentración de calcio. Si esta concentración es muy elevada, el agua no hace espuma en contacto con el jabón.

A la cal agrícola usual se le considera una enmienda o “material encalante”, debido a que (si se aplica en la cantidad y forma apropiada) puede estabilizar los suelos ácidos en los niveles óptimos de pH que requiera un cierto cultivo. La cal proporciona al suelo elementos nutrientes como el calcio (Ca) y, en algunas ocasiones Magnesio, (Mg). Cuando la cal agrícola  $\text{CaCO}_3$  contiene magnesio se le denomina cal dolomítica. La norma para que una cal pueda denominarse como “dolomítica”, es que contenga un mínimo de 6% de Magnesio. La fórmula de la cal dolomítica es  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Si contiene tan solo de 1 a menos de 6% de Magnesio, el material denomina calcítico.

## **6.2 Marco Teórico**

### **6.2.1 Importancia del suelo**

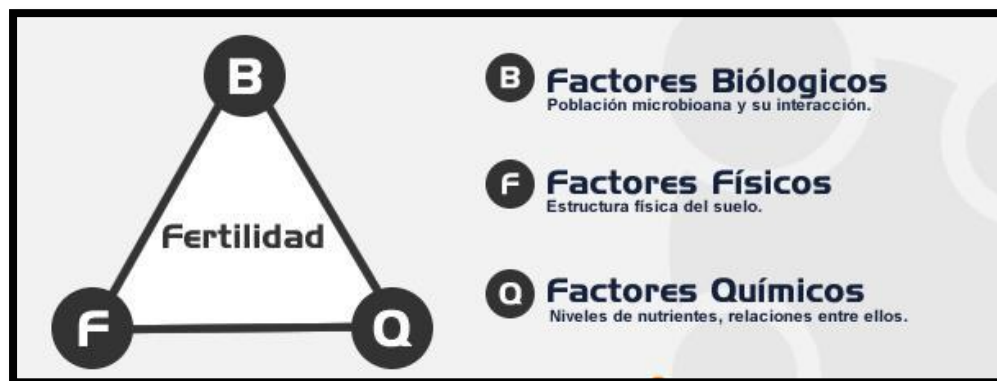
De todos los dones de la naturaleza, ninguno es más indispensable para el hombre que el suelo, esta mezcla compleja de materia vegetal, animal y mineral que cubre el núcleo rocoso del globo terrestre a profundidades diversas es uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida (Kuno, 20017).

Según (Chilon, 2014), el suelo es un cuerpo natural e independiente, tridimensional y trifásico, complejo y dinámico, que está en perfecto equilibrio, que reacciona a los estímulos como un “ente vivo”, que nace, crece, desarrolla y puede morir, por su fragilidad merece respeto. El suelo que se origina de la roca “madre” que promueve el proceso geológico por acciones de los agentes climáticos, y gracias a los microorganismos adquieren “vida” y llegan a ser un cuerpo “vivo” por lo tanto el fundamento para recuperar los suelos productivos, degradados, contaminados, consiste en regenerar la vida biológica del suelo.

**6.2.2 Fertilidad del Suelo:** Una definición clásica de fertilidad del suelo es la de (Casanva, 2005)“La fertilidad es el potencial que un suelo tiene para suplir los elementos nutritivos en las formas, cantidades y proporciones requeridas para lograr un buen crecimiento y rendimiento de las plantas”. Entre otras definiciones “La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas”.

**Figura N° 1**

**Factores de la Fertilidad de suelo**



**Fuente:** (CIAT, 2014)

**6.2.3 Fertilidad Física-Química del Suelo**

La fertilidad física, valora al suelo como un soporte material adecuado de la raíz, haciendo también referencia a la dinámica de los fluidos agua y gases en su interior, desde este punto de vista, el suelo proporciona un medio adecuado a la germinación de las semillas y al desarrollo óptimo del aparato radicular; posee una buena aireación y una termicidad estable, una capacidad de retención hídrica apropiada, junto con un régimen de circulación de agua que posibilita un buen drenaje sin llegar a provocar un lavado excesivo así como una estructura estable que implique resistencia frente a procesos erosivos. (Moreno, 2001).

**6.2.4 Textura del suelo:** La textura del suelo es la proporción relativa de las fracciones de arena, limo y arcilla que constituyen la masa del suelo es llamada textura del suelo. La textura está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo. Esto afecta prácticamente a todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. La textura del suelo tiene influencia sobre el movimiento y la disponibilidad de la humedad del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrimentos y la resistencia a la penetración por las raíces. También tiene influencia sobre las propiedades físicas relacionadas con la susceptibilidad del suelo a la degradación tal como la agregación. (Chilon, 2014).

**6.2.4 Densidad aparente del suelo:** Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen del suelo inalterado, La densidad aparente incluye el espacio poroso y el material sólido, tanto mineral como orgánico. (Kuno, 20017).

**6.2.5 Densidad real ( $\text{g/cm}^3$ ):** Es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, es decir, sin involucrar en el volumen el espacio ocupado por los poros; se deduce, entonces su dependencia de la composición mineral del suelo y del contenido de algunos sólidos especiales en él, como la materia orgánica; para fines prácticos se asume como un valor promedio  $2.65 \text{ g/cm}^3$  este valor será apropiado para un suelo cuya composición mineralógica este equivalente distribuida. (Moreno, 2001).

**6.2.6 Porosidad del suelo:** Dentro del espacio poroso se puede distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo constituyendo además el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo. (Moreno, 2001).

**6.2.7 Infiltración de agua:** Según (Moreno, 2001) define la infiltración como la entrada vertical de agua en el suelo. Esta disminuye gradualmente con el tiempo; es máxima al comenzar el proceso y tiende luego hacia un valor mínimo. Para el diseño y aplicación de cualquier método de riego al suelo se debe cumplir que la precipitación del riego debe ser menor que la infiltración básica del suelo para no provocar excesos de agua, escurrimiento y saturación sobre la superficie del suelo. En la tabla 1 presenta la clase de permeabilidad según el tiempo de infiltración de agua en el suelo.

**6.2.8 Fertilidad Química del suelo:** Según (Moreno, 2001), la fertilidad química, define al estado físico-químico del medio y la importancia de la reserva y la disponibilidad de los elementos asimilables. Aspectos descritos por el pH, el potencial redox, la capacidad de intercambio, el contenido en macro y micronutrientes, etc. En el contexto físico – químico y químico, un suelo debe mantener una reserva adecuada de nutrientes en un estado de disponibilidad tal que permita su utilización por la planta y que cubra las necesidades del medio microbiano sin que se produzcan pérdidas.

**6.2.8 PH:** Según (Liotta, 2009), la reacción de un suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del mismo y generalmente se expresa por medio de un valor de pH del sistema suelo-agua. El pH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno  $H^+$  según este valor, mejor su potencialidad de crecimiento. Del pH también dependen los procesos de humificación. En función del pH se producen distintos tipos de materia orgánica del suelo y propiedades que influyen directamente sobre el crecimiento vegetal como el movimiento y disponibilidad de los nutrientes o los procesos de intercambio catiónico.

El PH influye sobre la movilidad de los diferentes elementos del suelo: en unos casos disminuirá la solubilidad, con lo que las plantas no podrán absorberlos; en otros el aumento de la solubilidad debida al pH, hará que para determinados elementos sea máxima (por ejemplo, cuando hay mucha acidez se solubiliza enormemente el aluminio pudiendo alcanzarse niveles tóxicos). Cada planta necesita elementos en diferentes cantidades y esta es la razón por la que cada

planta requiere un rango particular de PH para optimizar su crecimiento. Por ejemplo, el hierro, el cobre y el manganeso no son solubles en un medio alcalino. Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de PH son diversos, fundamentalmente: naturaleza del material original, factor biótico, precipitaciones, complejo adsorbente (saturado en cationes ácidos o básicos). La tabla 3 presenta las normas de interpretación del PH.

**6.2.9 Conductividad eléctrica (CE):** La conductividad eléctrica (CE) es la facilidad que ofrece el suelo al paso de la corriente eléctrica. Las unidades se expresan en mmhos/cm. La conductividad eléctrica es proporcional a la concentración de sales en solución, es decir a mayor concentración de sales mayor conductividad y esta medida también se halla en función a la temperatura (Moreno, 2001).

**6.2.10 Calcio en el suelo (Ca) :**Para (Chilon, 2014), el calcio tiene una función importante en el crecimiento y la nutrición de la planta, como también en la deposición de la pared celular, también se considera un nutriente secundario de las plantas solo requiere grandes cantidades de nitrógeno y potasio, el contenido de calcio de un suelo depende de los materiales de origen del grado de meteorización, grado de lixiviación y sus formas más frecuentes son: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos. Una parte importante del calcio es adsorbida por los coloides inorgánicos y orgánicos del suelo.

Es un componente esencial de la pared celular, y por lo tanto es vital en el transporte de carbohidratos de su acumulación durante la formación de las semillas se relacionan con la neutralización y la insolubilidad de ciertos ácidos oxálicos y los ácidos pépticos se absorbe como catión.

**6.2.11 Magnesio (Mg):** Magnesio intercambiable es la fracción más importante para determinar el Magnesio disponible, el Magnesio adsorbido electrostáticamente a las partículas de arcilla y materia orgánica, dependiendo su liberación del efecto que tiene la absorción de un  $Mg^{2+}$  en la solución del suelo, en el equilibrio con la fracción intercambiable. Normalmente en equilibrio con el Mg

de la solución del suelo, en conclusión, tan solo las dos primeras fracciones de Mg son disponibles para las plantas (Liotta, 2009).

**6.2.12 Sodio (Na):** Para la mayoría de las plantas cultivadas no se ha demostrado que el Na sea esencial, aunque se sabe que puede reemplazar al potasio en algunos casos. Muchas plantas cuentan con mecanismos que reducen la absorción y la translocación del sodio a las hojas, por lo que no es común que aparezcan síntomas de toxicidad en éstas, ya que se acumula en tallos, troncos y raíces. Los síntomas de toxicidad del sodio en las hojas son manchas necróticas. El exceso de sodio puede provocar deficiencias de otros cationes, como potasio, calcio y magnesio, el efecto perjudicial del sodio sobre los cultivos es, en la mayoría de los casos, indirecto, debido a la influencia negativa que tiene este catión sobre la estructura del suelo. El sodio desplaza al calcio y al magnesio del complejo arcillo-húmico, provocando así la dispersión de las partículas del suelo, lo que acarrea el desmoronamiento de la estructura del suelo. El suelo pierde su capacidad de aireación y de infiltración. Además, se produce la alcalinización del suelo, pudiéndose elevar el pH por encima de 8.5 (Liotta, 2009).

**6.2.13 Potasio en el suelo (K):** Potasio aprovechable del suelo, procedente de la solubilización de los minerales, de la materia orgánica o los mismos fertilizantes; puede sustraerse por medio de Absorción por las plantas, Esta es proporcional a su contenido en forma aprovechable en el suelo, aún con altas concentraciones. En un cultivo anual la mayor acumulación de (K) ocurre durante la floración. Después pueden retornarse cantidades importantes de K de la planta al suelo, el (K) cumple funciones trascendentes en la fisiología de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas, etc. etc. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

El potasio es uno de los elementos mayores en la nutrición de la planta. Tiene un papel muy importante en el uso eficiente del agua en la planta y en la síntesis de

algunas proteínas. El contenido de potasio en la planta puede estar entre 1 y 5 % del peso seco, un síntoma de la deficiencia de potasio es la deshidratación de la planta y baja resistencia a la sequía, también las hojas viejas parecen quemadas y la planta puede ser más sensible a las enfermedades, el exceso del elemento puede causar una deficiencia del magnesio o posiblemente del calcio (Moreno, 2001).

**6.2.14 Materia orgánica del suelo (MO):** La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus, en la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, en constante estado de degradación y síntesis, el humus por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. (Casanva, 2005).

Los componentes orgánicos proceden de la acumulación de restos y residuos de plantas, constituidos a su vez por biomasa incorporada en forma natural al suelo en cualquier ecosistema, los materiales orgánicos de origen biológico aportados por el hombre en los agroecosistemas, estiércol restos de cosecha. La descomposición de los tejidos orgánicos por acción mecánica de la fauna y de los microorganismos (Chilon, 2014).

Es cualquier planta competitiva y bien adaptada, en una determinada localidad, para la gran producción de biomasa, que se incorpora al suelo sin culminar su ciclo vegetativo y permiten la recuperación y mejoramiento de suelos dados, son de muy diverso origen y uso por los agricultores, dado que muchas de ellas son utilizadas para fines como la alimentación humana y animal, el sombrero, provisión de leña y otros diversos materiales. Esta dinámica es dependiente de la actividad de los diferentes grupos microbianos del suelo. El conjunto de transformaciones

de los compuestos orgánicos se realiza en forma gradual y con liberación de energía. Se los estudia en forma independiente como el ciclo de carbono, del nitrógeno, del fósforo y de azufre. (Moreno, 2001).

**6.2.14 Nitrógeno (N):** La mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados que podemos citar a los ácidos nucleicos aminoácidos y numerosas enzimas, en un componente esencial de la clorofila, el nitrógeno es absorbido por las raíces de la planta en la forma de nitratos, aunque las plantas jóvenes toman una parte en forma de amonio (Chilon, 2014).

**6.2.15 Fósforo (P):** El fósforo es un componente esencial del material energético también juega un rol importante en el material genético del núcleo de la célula y favorece la división celular y en la formación de grasas principalmente en la semilla, intensifica el crecimiento radicular (Chilon, 2014).

**Fertilidad Biológica del Suelo:** (Moreno, 2001), afirma que la fertilidad biológica del suelo, caracteriza la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la abundancia y actividad de la biomasa edáfica. En cuanto a parámetros relacionados con el medio vivo, el mismo autor declara que la fertilidad biológica aborda la cuantificación de esta biomasa y de su vitalidad.

Los microorganismos del suelo son responsables de la mayor parte de la liberación de nutrientes a partir de materia orgánica. Cuando los microorganismos descomponen la materia orgánica, ellos utilizan el carbono y los nutrientes de la materia orgánica para su propio crecimiento, a su vez, liberan el exceso de nutrientes en el suelo, donde pueden ser absorbidos por las plantas. Si la materia orgánica tiene un bajo contenido de nutrientes, los microorganismos tomarán los nutrientes del suelo para satisfacer sus necesidades.

En este sentido (Moreno, 2001), atribuye que las propiedades microbiológicas incluyen la actividad de organismos fijadores de nitrógeno, simbióticos o de vida libre, y de los organismos depredadores de residuos orgánicos que obtienen

energía de esos residuos orgánicos que obtienen energía de esos residuos y que participan en la mineralización de nutrimentos presentes en los residuos.

(Cabrera, 2014), plantea que la cuantificación de variables biológicas es adecuada para indicar la tendencia de un suelo para aumentar o disminuir el nivel de materia orgánica y por consiguiente, reflejar rápidamente el efecto que producen los cambios de manejo. Generalmente se considera que las prácticas de manejo utilizadas afectan la población microbiana en tanto que otros no han encontrado diferencias.

#### **6.2.4 Propiedades Físicas -Químicas y Biológicas de los Suelos**

Es la superficie de la tierra (la parte exterior de la corteza terrestre) y donde se plantan las semillas para las actividades agrícolas. (Gardey, 2009).

El suelo es una colección de cuerpos naturales; está compuesto por el material orgánico y mineral que cubre la mayoría de la superficie terrestre; contiene materia viva y sirve de soporte para la vegetación en campo abierto y en lugares transformados por la actividad humana. (Ramirez, 1997).

Según Echarri (1998, p. 1), expresa que “el suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres debido que contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan, y en él se apoyan y nutren las plantas y otros análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. El suelo es considerado un recurso natural vital para el sustento de las actividades del ser humano, por lo que debe ser estudiado y analizado con el fin de encontrar la mejor manera de conservarlo a través del tiempo. Para lograr tal fin es necesario conocer cómo es su proceso de formación, cuáles son sus componentes y cómo es su dinámica en general. El suelo se forma en un largo proceso en el que intervienen el clima, los seres vivos y la roca más superficial de la litosfera. Este proceso es una sucesión ecológica en la que va madurando el ecosistema suelo. La roca es meteorizada por los agentes meteorológicos (frío/calor, lluvia, oxidaciones, hidrataciones, etc.) y así la roca se va

fragmentando. Los fragmentos de roca se entremezclan con restos orgánicos: heces, organismos muertos o en descomposición, fragmentos de vegetales, pequeños organismos que viven en el suelo, etc. Con el paso del tiempo todos estos materiales se van estratificando y terminan por formar lo que comúnmente se conoce como suelo.

**Tabla 3: Como interpretar los resultados del análisis de los impactos o efectos causados por la utilización de fertilizantes químicos (urea, cal)**

niveles	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Potasio (K)	Fosforo (P)	Saturación de bases (SB)	Materia Orgánica (M.O)	Nitrógeno (N)
	Cmol kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>	(%)		
<b>Alto</b>	> 2.5	< 1.0	> 0.7	> 0.65	> 15.0	> 60	> 4.0	M.A. >1.0 A 0.5-1.0
<b>Medio</b>	1.0-2.5	0.5-1.0	0.1-0.7	0.21-0.65	6.0-15	20-60	2.0-4.0	0.2-0.5
<b>Bajo</b>	< 1.0	< 0.5	< 0.1	< 0.21	< 6.0	< 20	< 2.0	B 0.1-0.2 M.B < 0.1
<p><b>Valores del pH:</b> esta propiedad afecta la solubilidad de muchos nutrientes esenciales y de sustancias que son toxicas para las plantas:</p> <p>8.0 fuertemente alcalino  7.6-8.0 Moderadamente alcalino  7.1-7.5. Suavemente alcalino  6.6-7.0 Neutro  6.0-6.5 Suavemente ácido  5.3-5.9 Moderadamente ácido  4.5-5.2 Fuertemente ácido  &lt; 4,5 Muy fuertemente ácido</p>								
<p><b>Valores de la Conductividad eléctrica (Micromhos cm<sup>-1</sup>=μScm<sup>-1</sup>):</b> explica problemas de salinidad por altas concentraciones de sales en el suelos:</p> <p>Baja concentración de sales, sin problema de salinidad &lt; de 400  Alta concentración de sales, con problemas de salinidad &gt; de 400</p>								
<p><b>Nota:</b> Cmol kg<sup>-1</sup> = meq 100g      mg kg<sup>-1</sup> = ppm      M.A = Muy Alto      A = Alto  B = Bajo      M.B = muy bajo</p>								

**Fuente:** (CIAT, 2014)

**6.2.4.1 La vinculación del suelo en las actividades económicas:** El suelo es un componente muy específico de la biosfera debido a que actúa como amortiguador natural, controlando el transporte de elementos y sustancias químicas a la atmósfera, la hidrosfera y la biota. Por tanto, se dice que el mantenimiento de las funciones ecológicas del suelo es responsabilidad. Este recurso natural desempeña una serie de funciones clave, tanto medioambientales como sociales y económicas, que resultan fundamentales para la vida, dentro de las cuales pueden mencionarse: producción, ambiente biótico, regulación climática e hidrológica, almacenamiento de nutrientes y materias primas, control de residuos y contaminación, espacio vital. (Universidad de medillin, 2009).

**6.2.4.2 Factores Formadores de Suelos.:** Según Boul et al (1980). Los factores formadores se refieren a los "agentes, fuerzas o condiciones que influyen, han influido o pueden influir sobre el material del suelo con la potencialidad de cambiarlo". Son las condiciones ambientales externas al suelo como tal. Hacen referencia a lo siguiente: Organismos, Clima, Material parental, Relieve y Tiempo. De la combinación de todos los anteriores factores se originan los suelos los cuales experimentan una serie de procesos generales que van a caracterizar a cada uno. (Ramirez, 1997).

**6.2.4.3 Procesos Formadores de Suelos:** Los factores formadores de suelos, como son el clima y los organismos actúan sobre el material parental en un relieve determinado y a través del tiempo dando origen a un tipo de suelo. Durante toda la evolución de éste ocurren una serie de procesos, los cuales determinan la dinámica pedogenética. Los procesos formadores pueden agruparse en dos categorías siendo los procesos generales los que sirven para entender los procesos dominantes en la formación y evolución de los suelos; los específicos son procesos que indican en una forma más detallada la evolución de éstos.

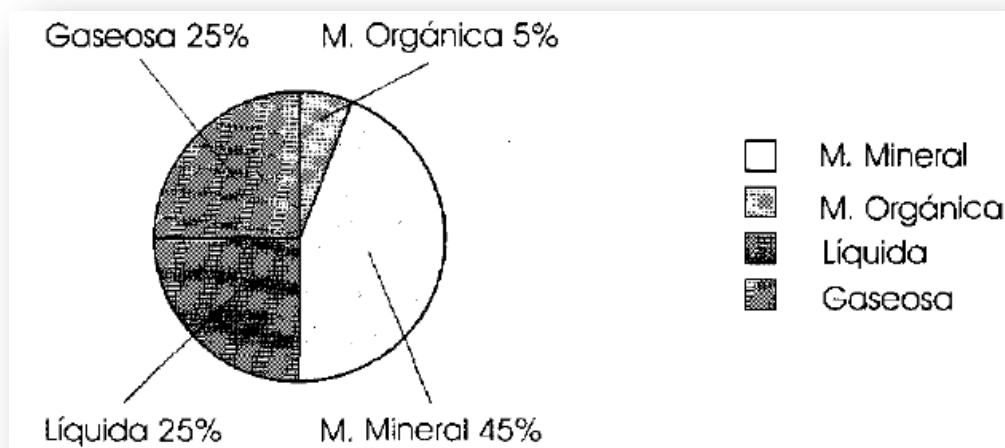
**6.2.4.4 Los procesos generales son:** Adiciones o ganancias, Pérdidas o substracción de materia orgánica o mineral por erosión, Translocaciones y transformaciones. (Ramirez, 1997).

El suelo, por ser un sistema trifásico, está compuesto por tres fases esenciales: sólida, líquida y gaseosa.

**6.2.4.4 Fases del Suelo:** La fase sólida formada por materia mineral y orgánica: la mineral, que está compuesta por partículas de varios tamaños, como son la arena, el limo y la arcilla, que ocupan 45% del total, en volumen; la materia ocupa 5% del total del volumen, e incluye residuos vegetales en descomposición y organismos en vida activa. La fase líquida está constituida por el agua con sustancias en solución y ocupa una parte o todos los espacios porosos entre las partículas sólidas. Su contenido puede ser variable de acuerdo a las condiciones del suelo. La fase gaseosa, o de vapor, ocupa aquellos espacios que se encuentran vacíos, es decir, los poros que no son ocupados por el agua.

Como se dijo antes, de acuerdo con la dinámica de los factores y procesos formadores se origina un suelo con sus propiedades particulares. Es decir un suelo presenta características químicas físicas y biológicas inherentes a él. (Ramirez, 1997).

**Figura 1: Fases del suelo**



**Fuente:** (Ramirez, 1997)

**6.2.4.5 Propiedades Físicas:** Según el autor (Ramirez, 1997): Las características físicas son en gran parte responsables del buen desarrollo de las plantas pero muy pocas veces se les tiene en cuenta pues generalmente sólo se consideran las características químicas. En realidad para que exista un medio óptimo para el crecimiento de las plantas debe darse una interacción dinámica entre las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Las propiedades físicas pueden ser: Fundamentales aquellas que no se derivan de otras y se encuentran dentro de este grupo el color la textura, la estructura, la densidad, la consistencia, la temperatura. etc. Derivadas que como su nombre lo indica son todas las que nacen de la Interacción de las fundamentales.

**6.2.4.6 Características Químicas; Capacidad de Intercambio Catiónico:** Dentro de todos los procesos que se dan en el suelo el más importante es el intercambio iónico. Junto con la fotosíntesis son los dos procesos de mayor importancia para las plantas. El cambio iónico es debido casi en su totalidad a la fracción arcilla y a la materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico se define como el número de cargas negativas del suelo y se expresa en meq/ 100g de suelo. Aumentos en el pH traen como consecuencia un incremento en las cargas negativas ya que el aluminio se precipita. La concentración de hidrogeniones disminuye por lo tanto la ele aumenta.

A valores altos de la ele existe una gran disponibilidad de los diferentes elementos en el suelo. Menores a 10 meq/ 100g.s. son bajos entre 10 y 20 medios de 20 a 30 altos y mayores a 30 meq/100g.s muy altos. Los suelos de la Orinoquia presentan en su mayoría ele menor a 10 meq/100g.s reflejándose en este valor la baja cantidad de cargas negativas debido a la escasa materia orgánica y a la presencia de arcillas de relación 1: 1. como lo es la caolinita.

Es una de las propiedades físico-químicas más importante en los suelos, ya que de él depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, determinando su solubilidad y la actividad de los microorganismos, los cuales mineralizan la materia

orgánica. También determina la concentración de Iones tóxicos, la ele y diversas propiedades Importantes que en últimas apuntan a la fertilidad del suelo.

Influencia del pH sobre los diferentes elementos en el suelo y otras características: Nitrógeno, Fósforo, Calcio, magnesio y potasio, Azufre, Hierro y manganeso, Cobre y zinc, Boro y otros.

**6.2.4.7 Características Biológicas:** La biología del suelo es la ciencia que se ocupa del estudio de los organismos que de una u otra forma actúan sobre el suelo modificando su composición, su estructura y su funcionamiento.

Los microorganismos del suelo se clasifican según su tamaño: Macrofauna y Micro fauna. (Ramirez, 1997).

## **6.2.5 Tipo de Muestreo**

**6.2.5.1 Muestreo de Identificación (MI):** Según, (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). El muestreo de identificación tiene por objetivo investigar la existencia de contaminación del suelo a través de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si el suelo supera o no los Estándares de Calidad Ambiental y/o los valores de fondo de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM. El alcance del MI estará definido por los resultados y conclusiones de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.

En el muestreo de identificación, no se dispone de datos precisos sobre la concentración de compuestos contaminantes en un suelo, sin embargo, para contar con un límite de confianza aceptable, es pertinente realizar un número mínimo de puntos de muestreo.

Los resultados analíticos del MI serán comparados inicialmente con los ECA suelo. Si los valores detectados en el suelo superan los valores del ECA y/o los valores de fondo, se determina que el suelo está contaminado y se procede con la fase de caracterización.

Para la elaboración del muestreo de identificación es necesario utilizar la información de la investigación histórica y la inspección del sitio potencialmente contaminado, que provee de insumos para la elaboración del modelo conceptual inicial, el mismo que debe ser lo suficientemente detallado para identificar claramente las fuentes potenciales o sospechosas de contaminación. La hipótesis de distribución de contaminantes contenidas en el modelo conceptual orientan el diseño del muestreo de identificación.

Se debe tener en consideración los siguientes aspectos al momento de la formulación del Muestreo de Identificación:

Se determina el Área de potencial Interés sobre la base de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.

Los contaminantes (parámetros) que se analicen serán aquellas sustancias químicas de interés toxicológico o ecotoxicológico generados por las actividades y procesos principales, secundarios y auxiliares, que se desarrollan o se desarrollaron en el sitio de estudio

Cuando en base a la investigación histórica y la inspección del sitio se considere que hay información concluyente sobre el origen, fuente y tipo de la posible contaminación del suelo, el número de puntos de muestreo se determinará respetando el número mínimo de puntos de muestreo indicados en la Tabla, aportando información que valide los resultados obtenidos y enfocado en el área y los compuestos de potencial interés.

La profundidad del muestreo dependerá del tipo de suelo y contaminante a estudiar, y debe ser debidamente justificado, siendo necesario el muestreo a lo largo de la perforación, incluyendo su documentación geológica.

En casos de perforaciones a diferentes profundidades, las muestras deben ser tomadas por cada metro de profundidad que se perfore, considerando la

estratigrafía local. La longitud del núcleo de perforación a muestrear no debe ser mayor a un metro.

Para puntos de muestreo con profundidades igual o menores a 3 m, todas las muestras tomadas deben ser analizadas.

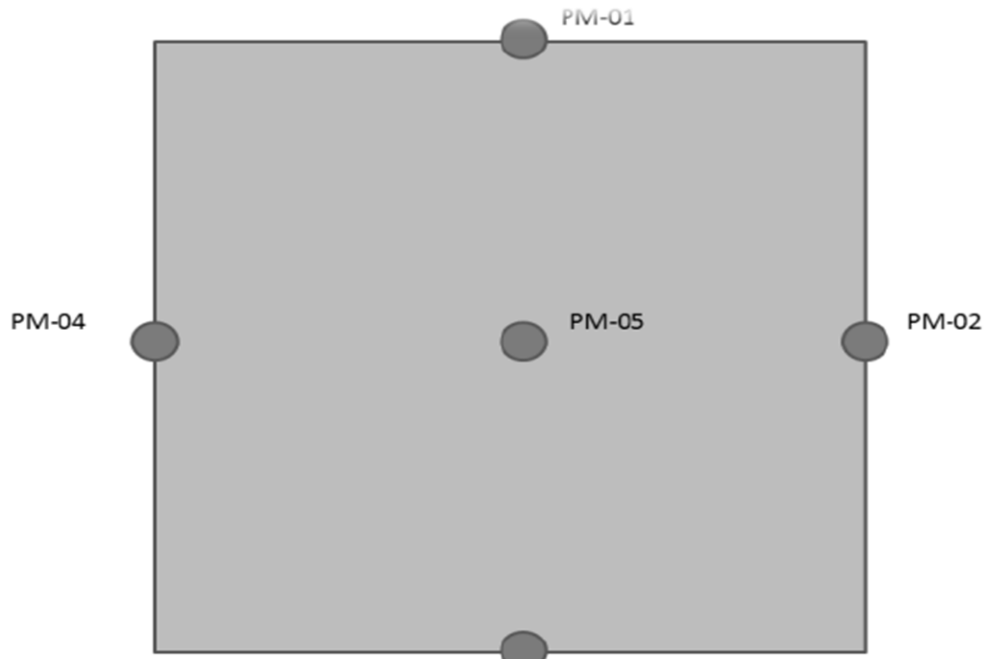
En perforaciones o zanjas con una profundidad mayor a 3 m, el número mínimo de muestras a analizar obtenidas por punto de muestreo son 3. Como el objetivo de los análisis químicos es delimitar verticalmente la contaminación, puede ser necesario analizar más de tres muestras.

Las muestras a ser analizadas deben ser aquellas que presenten mayor evidencia de la presencia del contaminante bajo estudio.

Las modificaciones al proceso de muestreo de identificación previamente elaborado deberán justificarse, fundamentarse y documentarse.

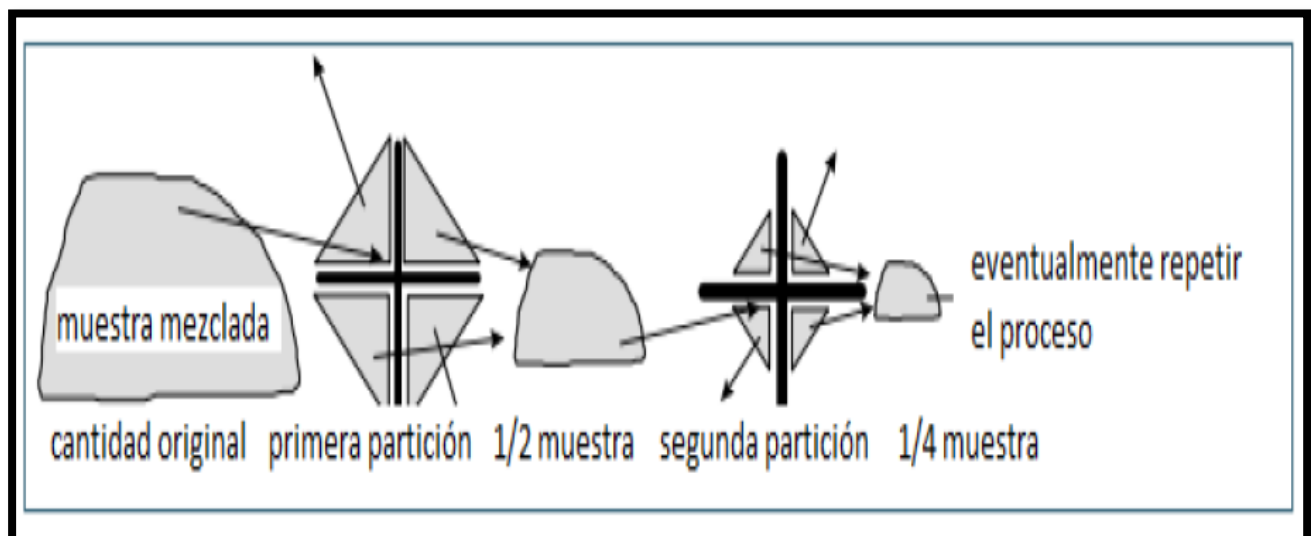
Para el control de calidad analítica se debe duplicar el 10% de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5% para superficies mayores a 20 ha, que deben ser analizadas en otro laboratorio acreditado. Para áreas de contaminación de forma regular menores a 1 000 m<sup>2</sup>.

**Grafico 1: Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación regular: forma de cuadrado.**



**Fuente:** (Ministerio del Medio Ambiente, 2014)

**Figura 2: Partición de muestra**



**Fuente:** (Ministerio del Medio Ambiente, 2014)

**Tabla 4: Profundidad del muestreo según el uso de suelo**

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1)
	30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2)
	10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

**Fuente:** (Ministerio del Medio Ambiente, 2014)

#### 6.2.5.2. Suelos Degradados

La degradación de los suelos se define con un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad de los ecosistemas para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. (ONU, 2015).

Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes.

#### 6.2.6 Efectos negativos de los fertilizantes químicos en el suelo

La aplicación en exceso o continua de los fertilizantes acidifica los suelos, favorece la erosión y afecta los organismos (flora y fauna) y altera las propiedades químico-físicas de los componentes del suelo.

La estructura molecular idéntica de la urea, bacterias y plantas se cofunden y la toman como fuente de alimento. Debido a que la urea es una fuente mucho más concentrada de nitrógeno, las bacterias no se alimentan, realmente se destruyen dejando tras de sí una forma mutada de bacterias que no pueden ser utilizadas por las plantas. Las consecuencias que genera la urea en el suelo es el estrés del

mismo, destruye los organismos del suelo, aumenta las actividades de plagas (Facultad, 2009).

**Figura 3: Tipos de urea**

	<p><b>UREA 46% (46-0-0)</b></p> <p>Fertilizante químico. Posee 46% de nitrógeno (N). Es el fertilizante nitrogenado de mayor concentración en el mercado.</p>		<p><b>NITRATO DE AMONIO (33.5-0-0)</b></p> <p>Fertilizante de origen químico, nitrogenado, versátil para su utilización en todos los cultivos y suelos, de alta solubilidad, de acción rápida como nitrato y de lenta asimilación como nitrógeno amoniacal.</p>						
<p>Presentación: Saco de 50 kilos.</p>		<p>Presentación: Saco de 50 kilos.</p>							
	<p><b>SULFATO DE AMONIO (21-0-0-24%S)</b></p> <p>Fertilizante químico con 21% de nitrógeno (N) en su constitución y además 24% de azufre (S). Se presenta en forma de pequeños cristales. Abono acidificante de gran ventaja para suelos de PH alto.</p>		<p><b>NITRATO DE POTASIO</b></p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td>NO<sub>3</sub>K</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NITRÓGENO</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>POTASIO</td> <td>44%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cristales blancos en pequeños gránulos. Es un fertilizante soluble, de aplicación directa y adecuado para la preparación de fertilizantes foliares.</p>	NO <sub>3</sub> K		NITRÓGENO	13%	POTASIO	44%
NO <sub>3</sub> K									
NITRÓGENO	13%								
POTASIO	44%								
<p>Presentación: Saco de 50 kilos.</p>		<p>Presentación: Saco de 50 kilos.</p>							

**Fuente:** (FERPACIFIC, 2011)

### 6.2.7 Ventajas y riesgos de la urea en el suelo

**Ventajas:** Según (Cahuaya, 2018), nos indica que estas son las ventajas y desventajas de la urea.

- Mejora el rendimiento de la producción.
- Fácil manipulación con alto contenido de nitrógeno.
- Fácil incorporación y absorción.
- Precio accesible frente a otros fertilizantes.
- Resultados a corto plazo

### **Desventajas:**

- Aplicación constante en dosis incorrectas provoca desequilibrio en el suelo, volviéndolo improductivo por 20 años.
- Disminuye el PH en el suelo.
- Puede producir salinidad en los suelos con poca humedad.
- Puede provocar excesiva concentración de nitrógeno en el agua y atravesar napas freáticas que contaminarán lagos, lagunas, ríos, y pozos de agua.
- Aumenta la generación de algas en lagunas cuando el agua nitrogenada atraviesa las capas del suelo.
- Riesgo de dañar la semilla si se administra directamente con poca humedad y altas temperaturas.
- Aplicación en regiones con vientos fuertes puede generar nitrógeno gaseoso y afectar a la atmósfera. (Cahuaya, 2018).

**6.2.7.1 Como se produce la Cal:** Según (Henao, 2012), las cales para usos en la agricultura se procesan en plantas o industrias. Las fábricas de producción de cal son un conjunto de equipos reunidos, mediante los cuales el material calcáreo se extrae desde su yacimiento, se transporta hacia una trituradora de quijadas que disminuye el tamaño de las rocas a dimensiones más pequeñas aproximadamente entre 5-7 cm de diámetro, luego se transportan por un sinfín hacia un molino de martillos que muele la roca para ser transportada por un elevador de canchales a unos tamices para ser clasificada, de tal manera que el producto que cumple con las especificaciones de calidad se pesa y empaca en sacos de 50kg.

**6.2.7.2 Producción de cal en Colombia:** (Henao, 2012), nos dice que una vez definida la demanda potencial de la cal agrícola es necesario hallar yacimientos calcáreos que contengan la calidad requerida y la facilidad de una explotación económica.

Los yacimientos deben estudiarse bajo los aspectos de observación e inclinación de los mantos calcáreos, situación geográfica, alturas sobre el nivel del mar y las propiedades físicas, también se debe tener en cuenta las condiciones de drenaje

natural del yacimiento para su explotación, así como los efectos que podrán tener obras actuales o futuras.

A las rocas se les debe analizar generalidades y características petrográficas para determinar el origen de las rocas, los contactos, las fallas, el estado cristalino, los tamaños de grano, el color, la dureza, la fragilidad y análisis químicos para determinar su composición.

Con lo anterior se llega a tener conocimiento de la forma, la extensión y el volumen del depósito del material disponible y explotable, luego es importante definir los frentes de ataques, la ubicación y el sistema de explotación

**6.2.7.3 Diferencia entre fertilizantes y cales o enmiendas:** Una cal o enmienda se aplica para corregir los problemas de acidez del suelo y adicional al proceso de corrección se nutre la planta con algunos elementos. Un fertilizante se aplica única y exclusivamente para nutrir la planta.

Generalmente las enmiendas no son solubles en agua y su contenido se mide solubilizándolo en ácido; en el suelo las enmiendas son reactivas en los ácidos del suelo como los ácidos carbónicos y en la acidez activa que él presenta. Las enmiendas se utilizan como equilibrantes de las bases especialmente calcio y magnesio. Los fertilizantes son solubles en agua. Las enmiendas solo se aplican al suelo, mientras que los fertilizantes pueden ser aplicados tanto al suelo como vía foliar. (Henaó, 2012).

**6.2.7.4 Se puede aplicar un fertilizante sin haber aplicado antes una enmienda :** Cuando un suelo es muy ácido, es decir, con pH muy bajo, muchos de los elementos nutricionales no se encuentran disponibles para la planta y al aplicar un fertilizante dichos elementos pueden ser fijados por iones como el aluminio formando complejos insolubles para ser tomados por la planta, luego, se pierde la acción del fertilizante, con el agravante de que los fertilizantes son más costosos que las enmiendas o cales. ((SAG), 2003).

Cuando se aplican enmiendas a un suelo ácido el objetivo es neutralizar principalmente la acidez del suelo, que en el trópico generalmente está dada por el  $Al^{+3}$  en la solución. Si se aplica por ejemplo un fertilizante fosfórico sin encalar, el fósforo es fijado o acomplejado por el aluminio y la planta no puede absorber el nutriente aplicado. La eficiencia de los fertilizantes es muy baja cuando la acidez del suelo es alta y esto hace que se incrementen los costos de producción. Cuando se aplican primero las enmiendas para bajar los porcentajes de saturación del aluminio en la solución del suelo se propicia un mejor ambiente para el crecimiento y desarrollo radical de las plantas que posteriormente podrán tomar el fertilizante aplicado de una forma más eficiente. (Kuno, 20017).

**6.2.7.4 Cuanta cal se debe aplicar:** Uno de los principales problemas en el encalamiento es determinar los requerimientos de cal, es común escuchar que se aplican desde 500 kg/ha hasta 5000 kg/ha, como se puede apreciar es un rango demasiado amplio que no aplica por la gran variabilidad espacial del suelo, diferentes tipos de suelos (ordenes) y de cultivos, además, se corre el riesgo de un sobre encalamiento por tratar de aplicar dosis altas; Hay un concepto generalizado que para neutralizar  $1\text{cmolkg}^{-1}$  de aluminio se requiere aplicar 1000 kg/ha de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) o para subir 0.1 grado de pH se requiere la misma dosis. Esto no es cierto o no aplica porque los suelos tienen diferente capacidad buffer, diferentes tipos y contenidos de arcillas, diferente grado de acidez, por ejemplo no es lo mismo aplicar cal a un Andisol que en un oxisol.

La necesidad de cal depende tanto de las propiedades del suelo como las propiedades y los requerimientos del cultivo. Dosis muy bajas no reducen la acidez de forma cuantificable y su efecto residual es casi nulo. Un análisis de suelo es la mejor herramienta para calcular una dosis adecuada. Con el encalado no solo se corregirá la acidez sino también se aumentarán la disponibilidad de algunos elementos. La cantidad de cal a aplicar dependerá del pH de suelo, del tipo de suelo, del tipo de cultivo, del aluminio intercambiable del suelo y la concentración crítica de nutrientes como Ca y Mg.

Para determinar las necesidades de cal se deben conocer 4 factores. (Henao, 2012):

- La tolerancia de la planta a la acidez.
- El contenido de acidez del suelo.
- La calidad del producto encalante a utilizar.
- Los aspectos del manejo del producto involucrados en la aplicación del mismo (al voleo, en banda, incorporado entre otros).

**6.2.7.5 Época de aplicación de la cal:** Cuando se tiene un proyecto de siembra o establecimiento de un cultivo, en el cronograma de actividades, debe estar presente el muestreo del suelo para hacer análisis químicos y físicos de este, de acuerdo a los resultados se evalúa si es o no necesario. Si el análisis del suelo comparado con el requerimiento del cultivo muestra que el suelo es más ácido de lo requerido, se debe aplicar una enmienda con un tiempo de 1-3 meses antes de la fecha de siembra, con el fin de incorporarlo y darle tiempo para que la enmienda reaccione y equilibre el suelo mejorando sus condiciones químicas.

La cal requiere humedad para poder reaccionar, la época más apropiada para aplicarla es a principio de las lluvias o un poco antes. Sin embargo no hay limitaciones en cuanto a la época de aplicación, siempre y cuando haya humedad en el suelo y que no coincida con el ciclo de fertilización del cultivo. En siembras nuevas la cal debe incorporarse antes de sembrar. Una vez aplicada la cal se debe esperar un tiempo prudencial de un mes para que reaccione, antes de añadir un fertilizante. (Chilon, 2014).

En cultivos perennes ya establecidos y en producción, se debe encalar después de la cosecha principal ya que el cultivo ha absorbido todos los nutrientes que el suelo y los fertilizantes aporta, mínimo cada dos años, para el sostenimiento y equilibrio de las bases, evitando la degradación del suelo que se empobrece por la extracción de nutrientes, por efecto de la acidez causada por los fertilizantes especialmente los nitrogenados, por el lavado de calcio y magnesio por altas

precipitaciones y por los procesos erosivos de malas prácticas culturales. (Henao, 2012).

**6.2.7.6 ¿Todos los cultivos necesitan cal?:** (Henao, 2012), nos menciona que los cultivos no son los que requieren cal, son los suelos ácidos los que hay que encalar, sin embargo la mayoría de las plantas requieren PH cercano a la neutralidad, altas cantidades de elementos como el calcio, magnesio, fósforo entre otros para su funcionamiento y desarrollo y bajos contenidos de aluminio para evitar toxicidad. Aunque no todos los suelos necesitan encalamiento para los diferentes cultivos, los rendimientos de estos están muy influenciados por el PH del suelo (Lukin y Epplin, 2003) y los requerimientos de bases. Existen cultivos tolerantes a bajo PH o a alta saturación de aluminio.

Si un suelo ácido es encalado correctamente, este suelo puede alcanzar altos rendimientos en los cultivos como se puede observar en la figura 5, en un cultivo de soya donde al pasar de un PH de 5 a 6, el rendimiento del cultivo se duplica.

## **6.2.8 Técnicas para la agricultura sostenible**

Según (sustainet, 2008), define las técnicas de la agricultura sostenible de la siguiente manera:

**6.2.8.1 Mejoramiento de la fertilidad del suelo:** La agricultura sostenible, utiliza una serie de técnicas que conservan y aumentan la fertilidad de los suelos, como fertilizantes orgánicos, cubierta vegetal, cultivos de cobertura, agroforestería, rotación de cultivos, intercalado, etc.

**6.2.8.2 Control de plagas más eficiente:** La agricultura sostenible, utiliza un enfoque integrado para el manejo de plagas, que incluye una combinación de los 20 enemigos naturales de las plagas, la rotación y mezcla de cultivos y métodos de control biológico.

Estos procedimientos son más económicos que los pesticidas, no generan la reaparición de plagas y no son nocivos para el agricultor, el consumidor o el medio ambiente.

**6.2.8.3 Control de la erosión:** La agricultura sostenible recurre a una serie de técnicas para conservar la valiosa capa vegetal superior y evitar que ésta sea degradada por el agua o el viento. Entre estas técnicas figura el uso de terraplenes a nivel, la siembra a nivel, diques de contención, corrección de cárcavas, agroforestería y el mantenimiento de la cubierta vegetal para proteger el suelo de las lluvias torrenciales.

**6.2.8.4 Conocimiento indígena:** Uno de los recursos locales más importantes es el conocimiento de los propios campesinos. La población local es experta en plantas, animales, suelos, clima y ecosistemas que la rodean y de los que depende su subsistencia. La agricultura sostenible aprovecha este caudal de conocimientos y estimula a la población local a utilizarlo, a probarlo y a promover aquello que funciona. En lugar de sustituir a los sistemas indígenas, las innovaciones deberían adaptarse a ellos.

**6.2.8.5 Iniciativa y organizaciones locales:** Otro factor igualmente importante lo constituyen la energía y la capacidad de la población local para organizarse y cooperar en la búsqueda de soluciones para sus problemas. A diferencia de las agencias de extensión convencionales, las organizaciones que promueven la agricultura sostenible dedican casi tanto tiempo, si no más, a ayudar a los campesinos a organizarse que a enseñarles técnicas de cultivo. Muchos enfoques de agricultura sostenible son muy similares a las técnicas tradicionales que utilizaban los campesinos antes de la llegada de la agricultura moderna. Esto no significa, sin embargo, que la agricultura sostenible dé la espalda a los recursos y conceptos modernos; al contrario, muchas formas de agricultura sostenible aplican variedades modernas de cultivos de alto rendimiento, fertilizantes sintéticos y otros recursos externos, cuando su uso resulta apropiado. Otras, en cambio, como la agricultura orgánica, evitan este tipo de recursos.

**6.2.8.6 Clima:** Aunque gran parte de los gases que causan el efecto invernadero son producidos por la industria y el parque automotor, la agricultura convencional también contribuye de varias maneras a reforzar este efecto: reduciendo la cantidad de carbono acumulado en el suelo y las plantas, con la producción de metano en los campos regados y con actividades que requieren gran cantidad de energía, como la producción de fertilizantes sintéticos. En cambio, la aplicación de la agricultura sostenible contribuiría más bien a reducir dichos efectos.

Beneficios para los Agricultores, comunidades y el medio ambiente.

- Rendimientos y beneficios económicos más rentables.
- Menos trabajo pesado.
- Mejoramiento para la seguridad alimentaria.
- Resistencia de los cultivos a la sequía.
- Mayor humedad en el suelo.
- Regenera al suelo y mejor fertilidad.
- Evita la Erosión y la evaporación del suelo, por lo tanto disminuye la salinidad.
- Mejora las condiciones del aire y climáticas y el aumenta el secuestro del Carbono.
- Mejora la biodiversidad del suelo, a través de la rotación de los cultivos.

**6.2.8.7 Métodos para lograr una agricultura sostenible:** según (Altieri, 2010) Las prácticas promovidas para el desarrollo de la agricultura sostenible son, cultivos tradicionales, abonos verdes, rotación de cultivos, integración de sistemas agrícolas pecuarios y sistemas agro-forestales. Estos últimos, se convierten en agroecosistemas que permiten crear sistemas para la obtención de plantas o animales de consumo inmediato o transformable, sobre los ecosistemas naturales. Estas técnicas Agroecológicas tienen como objetivo mejorar el equilibrio del flujo de nutrientes y conservar la calidad de los suelos, fomentar la agro biodiversidad, minimizar el uso de insumos externos y conservar y rescatar los recursos naturales.

**6.2.8.8 La Mucuna:** Según (Bryan Brunner, 2011), La mucuna pruriens, es una planta leguminosa (como los frijoles y guisantes) que pertenece a la familia de las fabaceae. Puedes encontrarla con diversos nombres como chiporro, frijol abono, frijol terciopelo, cowhage, haba de terciopelo, picapica, pica, fogoraté, ojo de venado, grano del mar, yerepe, alkushi y ojo de bue.

**6.2.8.9 Arbusto:** Esta variedad tiene bejucos cortos de aproximadamente 6 pies (1.8 m) de largo, y es determinada, lo que significa que deja de crecer cuando florece a los 55-60 días después de la siembra. Debido a esta característica, se presta para la siembra como cultivo de cobertura entre plantas de plátano y guineo o entre árboles frutales. En Puerto Rico, esta variedad ha producido hasta 2,648 lb/acre (2,965 kg/ha) de biomasa fresca a los 120 días. Las flores son de color púrpura y las semillas son moteadas, de color café y crema.

**6.2.8.10 Bejuco 90 Días:** Aunque esta variedad es indeterminada y sigue su crecimiento vegetativo después que florece a los 75-80 días después de la siembra, los bejucos se quedan relativamente cortos, de 6 a 15 pies (1.8 a 4.6 m) debido a su madurez temprana (alrededor de los 130 días). Es más vigorosa que Arbusto, lo que la hace menos apropiada para la siembra intercalada con otros cultivos, pero se puede sembrar sola como un estiércol verde. También se presta para la siembra como forraje o ensilaje en asociación con el maíz, lo que aumenta el contenido de proteína y el rendimiento sobre el maíz solo. Las flores son de color púrpura y las semillas son moteadas.

**6.2.8.11 Tropical:** Una variedad indeterminada, de bejuco largo, que se presta para la siembra en monocultivo como estiércol verde. Tiene las flores blancas y las semillas son de color crema.

**6.2.8.12 Producción de semillas:** La producción de semillas del frijol terciopelo es relativamente fácil debido a la ausencia de plagas, la facilidad de la cosecha de las vainas y los altos rendimientos. Las flores son auto polinizadas, lo que disminuye considerablemente la posibilidad de la polinización cruzada con la especie indeseable *M. pruriens* var. *Pruriens* (pica pica).

Aunque la mucuna tiene un ciclo de vida bastante largo (de aproximadamente 100 a 300 días, dependiendo de la variedad), florece bajo los días cortos de otoño y si se siembra demasiado tarde, el rendimiento de semillas sufrirá. Los bejucos producen más vainas cuando tienen algún tipo de soporte. Además, sin soportes las vainas que tocan el suelo pueden pudrirse. El soporte puede ser otro cultivo, tal como el maíz o el sorgo, o puede ser una verja o un trípode hecho de estacas de varilla, bambú o madera.

### **6.2.9 Ventajas que tiene la mucuna**

**6.2.9.1 Aporta nitrógeno al suelo:** La mucuna puede atrapar el nitrógeno del aire y almacenarlo en sus hojas, gracias a las bacterias que viven en los nódulos que se forman en sus raíces. Rozando la mucuna después de cuatro meses, el nitrógeno se libera durante la descomposición de la hojarasca y queda disponible para ser aprovechado por el cultivo. La mucuna puede aportar alrededor de 150 kg. De nitrógeno por año por hectárea al suelo, lo que significa un incremento notable de la producción del cultivo.

**6.2.9.2 Ayuda a conservar el suelo:** La gran cantidad de follaje que produce forma una cobertura que evita el salpiqueo de la lluvia, disminuyendo la erosión y adicionando entre 10 y 15 toneladas de materia verde al suelo por año.

**6.2.9.3 Combate las malezas y facilita la preparación del terreno:** La rapidez con que se desarrollan las plantas ahoga casi todas las malezas y, además, es muy fácil de cortar. En dos ciclos de siembra de mucuna es posible disminuir considerablemente la presencia de malezas de hoja ancha y gramínea.

**6.2.9.4 Cultivos tradicionales:** Son aquellos cultivos básicos para la alimentación humana tales como, el maíz, frijol, arroz, trigo y en general todo los granos y oleaginosas comestibles.

**6.2.9.5 Abonos verde:** Consiste en no incorporar esta biomasa al suelo, sino de mantener el suelo cubierto la mayor parte del tiempo posible, con cultivos de cualquier especie, en su fase de desarrollo o con la biomasa resultante, los

rastrojos, con el objetivo de protegerlo del impacto de la gota de la lluvia, del exceso de insolación, de la acción de los vientos y para mantener y o mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. (Altieri, 2010)

**6.2.9.6 Rotación de cultivos:** Es el nombre que recibe la técnica empleada en la agricultura. El método implica alternar los tipos de plantas que se cultivan en un mismo lugar con la intención de no favorecer el desarrollo de enfermedades que afectan a una clase específica de cultivos y de evitar que el suelo se agote. Esto quiere decir que, con la rotación de cultivos, las especies que se planten se van alternando en ciclos que suelen estar vinculados a las estaciones. Esto contribuye al control de las enfermedades y de las plagas y mejora la eficiencia de los cultivos. (Gardey, 2009)

**6.2.9.7 Sistema agroforestal:** Es una práctica y sistema de producción donde la siembra de cultivos y arboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de conservación del suelo. Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca donde la participación del campesino es clave. (Altieri, 2010)

### **6.3 Marco Legal**

**6.3.1 Constitución Política del Estado:** El artículo 33 establece que las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente. (Ministerio de Educación, 2009)

**6.3.2 Ley del medio ambiente 1333:** La presente Ley en su artículo primero tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

En su artículo 103, nos dice que Todo el que realice acciones que lesionen deterioren, degraden, destruyan el medio ambiente o realice actos descritos en el artículo 20°, según la gravedad del hecho comete una contravención o falta que merecerá la sanción que fija la Ley.

**6.3.2 Plan de uso forestal y suelo:** El uso de los suelos para actividades agropecuarias forestales deberá efectuarse manteniendo su capacidad productiva, aplicándose técnicas de manejo que eviten la pérdida o degradación de los mismos, asegurado de esta manera su conservación y recuperación, y que las personas así como empresas públicas o privadas, que realizan actividades de uso del suelo que alteren su capacidad productiva, están obligadas a cumplir las normas y prácticas de preservación recuperación. (Ley N° 1333, 1992).

Según la (Ley N° 300, 2012) dice: Identificar, actualizar, clasificar y delimitar la superficie agrícola total en base a la vocación de uso de suelo para promover mayor productividad de las actividades agropecuarias, evitando la ampliación de la frontera agrícola en el marco de la soberanía con seguridad alimentaria.

Es el resultado de las interacciones entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas, de la dinámica propia de los mismos, del espacio o ambiente físico (o abiótico) y de la energía solar. Son ejemplos de las funciones ambientales los siguientes: el ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, la retención de sedimentos, la polinización (provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas y dispersión de semillas), la filtración, purificación y desintoxicación (aire, agua y suelo), el control biológico (regulación de la dinámica de poblaciones, control de plagas y enfermedades), el reciclado de nutrientes (fijación de nitrógeno, fósforo, potasio), la formación de suelos (meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica), la regulación de gases con efecto invernadero (reducción de emisiones de carbono captación o fijación de carbono), la provisión de belleza escénica o paisajística (paisaje).

De la contaminación de suelos y aguas; El Ministerio de Salud, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Energía y el Ministerio de Agricultura y Ganadería,

dictarán las disposiciones técnicas a las que deberán sujetarse todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, cuyas actividades puedan causar contaminación de los suelos, conforme lo indica el Artículo 28 de la Ley que aquí se reglamenta. (Reglamento Nacional, 1998).

(Reglamento Nacional, 1998) indica que: en caso de no existir información disponible de los niveles permisibles y no permisibles para la clasificación de los suelos relacionados con indicadores ambientales exclusivamente a productos utilizados para la fertilización y demás agro tóxicos, se adoptarán momentáneamente las normas internacionales establecidas. Para este efecto se conformará una Comisión integrada por representantes de MAG, MINAE y MS, la cual compilará lo estipulado en esas normas internacionales.

## **7 DISEÑO METODOLOGICO**

### **7.1 Tipo de investigación**

**Investigación Cuasi-Experimental:** Según (Tamayo, 1999), nos dice que por medio de este tipo de investigación podemos aproximarnos a los resultados de una investigación experimental en situaciones en las que no es posible el control y manipulación absolutos de las variables.

#### **Características:**

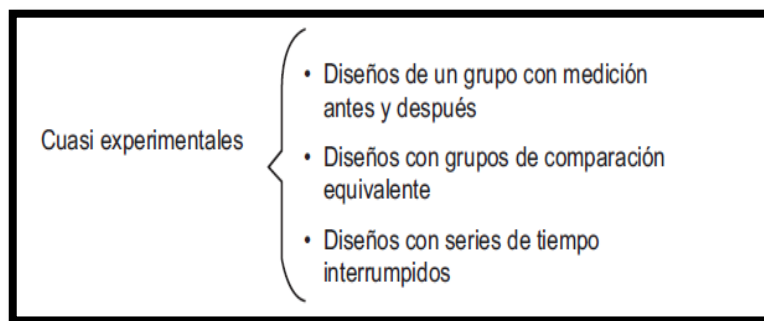
- a.** Es apropiada en situaciones naturales, en que no se pueden controlar todas las variables de importancia.
- b.** Su diferencia con la investigación experimental es más bien de grado, debido a que no se satisfacen todas las exigencias de ésta, especialmente en cuanto se refiere al control de variables.

La presente investigación es de tipo cuasi experimental ya que se enmarca en poder determinar los efectos o impactos que han causado la utilización de los fertilizantes químicos (urea, cal) en el área de producción de arroz de la comunidad las piedras.

**Diseño cuasi – experimental:** Para (Bernal, 2006), los diseños cuasi experimentales se diferencian de los experimentales verdaderos porque en éstos el investigador ejerce poco o ningún control sobre las variables extrañas, los sujetos participantes de la investigación se pueden asignar aleatoriamente a los grupos y algunas veces se tiene grupo de control.

Este diseño será empleado en la investigación ya que nos centraremos en determinar los efectos ocasionados por la utilización de los fertilizantes químicos (urea) en el suelo y hacer una comparación del Ante y Después de la utilización de os fertilizantes químicos *Ver cuadro N°*.

**Figura 4: Alcances del diseño de investigación**



**Fuente:** (Bernal, 2006)

## 7.2 Métodos y técnicas de recolección de datos

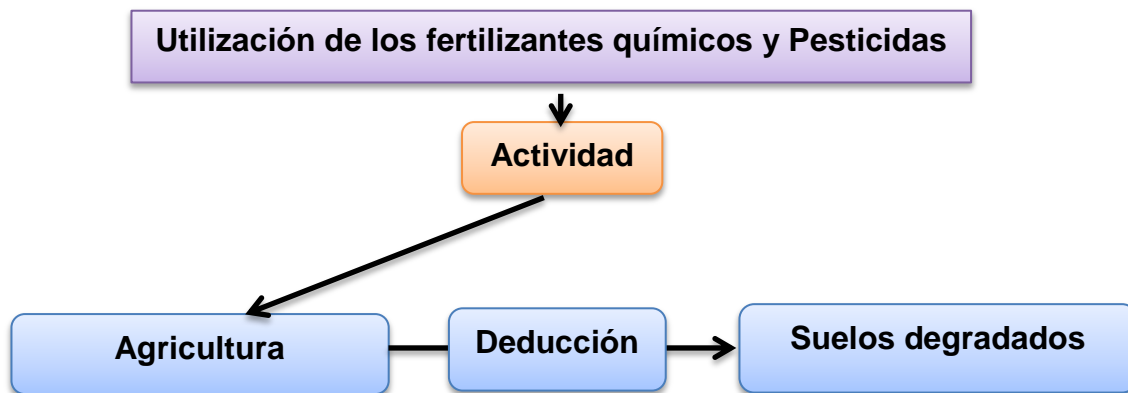
**Método Analítico:** Según (Bernal 2006) Este método de investigación consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolos en sus partes para observar las causas, la naturaleza y los efectos de la investigación planteada, permitiendo conocer más del objeto de estudio.

Este método utilizaremos para realizar el presente trabajo de investigación ya que en el podemos demostrar los efecto que se ocasiona a la naturaleza debido a la actividad que se realiza en el campo productivo

**Método deductivo:** Según (Bernal, 2006), este es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El

método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

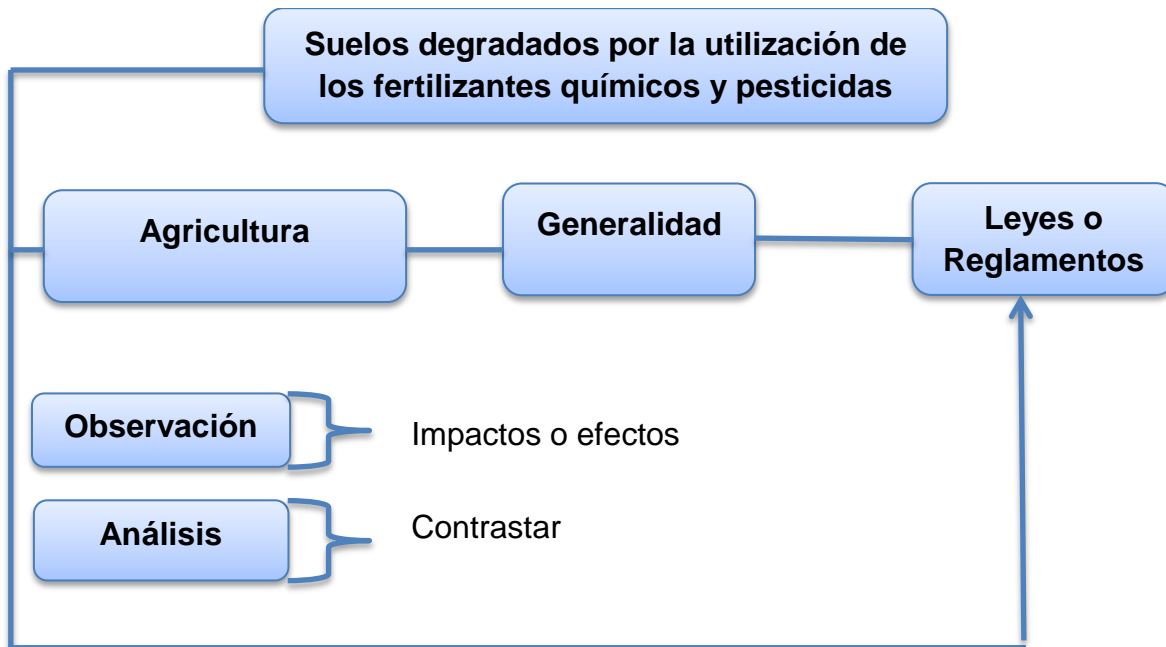
**Figura 5: Interpretación del método deductivo**



**Fuente:** Elaboración propia

**Método inductivo:** Según (Bernal, 2006), este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría.

**Figura 6: Interpretación del método inductivo**



**Fuente:** Elaboración propia

### 7.3 Técnica utilizada en la investigación para obtener los datos de la investigación.

**Observación** La observación es el inicio del presente trabajo de investigación ya que en base a la visualización personal nos planteamos el problema de investigación, yendo al lugar observando los cultivos de arroz y la estructura actual del suelo donde se utilizó los fertilizantes químicos (urea, cal).

**Encuesta** Las encuestas se ejercieron en los comunarios de la comunidad de las piedras que practican la agricultura o forman parte de la producción de arroz en el área donde han sido utilizados los fertilizantes químicos ya que ellos son los que nos pueden dar su punto de vista y compartirnos su experiencia en cuanto a la utilidad de los fertilizantes. Ver anexo en la guía de encuestas. (Ver Anexo).

### 7.3.1 Población y Muestra

**Población:** Según (Bernal, 2006), la población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo

La población que será objeto de estudio y participara en el trabajo de investigación será, la comunidad de las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo moreno con (22) familias que son las que se dedican con mayor frecuencia a la producción de arroz, las cuales darán origen a los datos para la investigación

**Muestra:** Para (Bernal, 2006), es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo de estudio y sobre las cual se efectuara la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

Para seleccionar la muestra se aplicó un muestreo aleatorio simple utilizando el programa Microsoft Excel 2013, a todos los cabezas de familia asiendo un total de (22) los cuales serán sometidos a encuestarlos para la recolección de datos, para obtener un buen resultado al momento de las encuesta se la realizo de una manera sencilla y eficaz para que la persona que se encueste se sienta seguro de lo que va responder y no se sienta presionado o con temor a equivocarse

La muestra fue el total de la población que se dedica a la producción de arroz en este caso sería el 100% de la mutra, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5 : Cálculo del tamaño muestral

Calculo del tamaño de muestra		
Marco muestral	N =	22
Nivel de confianza	α =	0,99
Z para α/2	Z =	2,576
Prevalencia	p =	0,5
Complemento	q =	0,5
Error admitido	e =	0
Tamaño de la muestra	n =	22
Redondeando a más	n =	22

Fuente: Elaboración Propia

Formula que se utilizó para el cálculo de la muestra

$$N = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Fuente: (Sampieri, 2010)

## 7.4 Tipo de Muestreo

### 7.4.1 Método probabilístico

**Muestreo aleatorio simple:** mediante este método se realizó la encuesta a los participantes de la investigación que fueron los señores agricultores de arroz mecanizado en la comunidad las piedras, a través de un cuestionario, que contenía preguntas diseñadas para recoger informaciones sobre el tema a investigar, de manera que se obtuvieron informaciones muy significativas y fidedignas sobre el tema abordado.

### 7.4.2 Muestreo de identificación

Para el tipo de muestreo se utilizaron técnicas esenciales para un buen muestreo de suelo. Seleccionando un lote en particular de un productor para el muestreo de

identificación de impacto o efecto causado por la utilización de fertilizantes químicos (urea, cal) del antes y después de la producción de arroz mecanizado.

Se consideró los siguientes aspectos a la hora de tomar la muestra: Seguir las instrucciones del laboratorio certificado del (CIAT, 2014), y la guía de muestreo del (Ministerio del Medio Ambiente, 2014), Peruana.

**Primer paso:** recabar datos sobre la posible contaminación o de gradación del área de estudio.

**Segundo paso:** Posteriormente al primer paso se seleccionó las dos áreas, la primera área donde no se avía trabajado y la segunda donde ya se avía hecho el trabajo de producción. Realizado el muestreo de identificación de impactos o efectos en forma de cuadrado.

**Tercer paso:** delimitar el área específica donde se realizara el estudio de suelo para la toma de muestra.

**Cuarto paso:** limpieza de maleza o ramas para realizar las muestras sin ningún problema o inconveniente.

**Quinto paso:** Se recogió las muestras con la ayuda de una pala, haciendo un hoyo en forma de V y sacando una rebanada de aproximadamente tres centímetros de espesor y hasta una profundidad de 30 cm.

**Sexto paso:** Con la ayuda de un cuchillo se eliminó los laterales y se dejó tres centímetro de ancho.

**Séptimo paso:** luego de haber tomado todas las sub-muestras, se recolecto en un hule,, con 10 sub-muestras 5 de cada área seleccionada, para la respectiva homogenización y obtener una muestra representativa por área.

**Octavo paso:** De las muestras de ambas áreas se sacó un kilo, y se colocó en una bolsa plástica, luego se colocó dentro de otra bolsa plástica con una tarjeta que la identifica, enviando al laboratorio.

**Noveno paso:** llevar al laboratorio para su respectivo análisis y esperar los resultados para interpretarlos.

**Décimo paso:** interpretación de los resultados para la defensa del trabajo de investigación.

**Tabla 6: Coordenadas de la delimitación del área de estudio antes de haber utilizado fertilizantes químicos**

<b>COORDENADAS DE ARENA DE ESTUDIO ANTES DE HABER UTILIZADO FERTILIZANTES QUÍMICOS</b>	
<b>XCOORD</b>	<b>YCOORD</b>
0814092	8778181
0814118	8178181
0814120	8778215
0814090	8778226

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 7: Coordenadas de la sub- muestras antes de haber utilizado fertilizantes químicos**

<b>COORDENADAS DE LA SUB- MUESTRAS ANTES DE HABER UTILIZADO FERTILIZANTES QUÍMICOS</b>	
<b>XCOORD</b>	<b>YCOORD</b>
0814104	8778188
0814121	8778197
0814108	8778221
0814091	8778211
0814105	8778213

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 8: Coordenadas del área delimitada después de haber utilizado fertilizantes químicos**

<b>COORDENADAS DEL ÁREA DELIMITADA DESPUÉS DE HABER UTILIZADO FERTILIZANTES QUÍMICOS</b>	
<b>XCOORD</b>	<b>YCOORD</b>
0814036	8778184
0814040	8778204
0811411	8778217
0814009	8778816

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 9: Coordenadas de la sub- muestra después de haber utilizado fertilizantes químicos**

<b>COORDENADAS DE LA SUB- MUESTRA DESPUÉS DE HABER UTILIZADO FERTILIZANTES QUÍMICOS</b>	
<b>XCOORD</b>	<b>YCOORD</b>
0814040	8778200
0814026	8778216
0814010	8778201
0814024	8778184
0814025	8778201

**Fuente:** Elaboración Propia

### **7.5 Instrumento y/o materiales relevantes**

**Cuaderno de campo:** El cuaderno de campo se utilizara cuando se realice el trabajo de observación sirviendo como apunte de nuestros métodos donde se recogerá la información al mismo tiempo para poder apuntar las coordenadas al momento de delimitar el ara de estudio.

**Cuestionario.** El cuestionario nos sirvió como instrumento de la encuesta al momento de la recolección de datos de la presente investigación para así poder analizar minuciosamente las opiniones de los señores agricultores sobre la situación actual del área donde cultivan arroz.

**Tabla 10: Materiales empleados en la investigación**

<b>Materiales empleado en la investigación</b>	
<b>Material de gabinete</b>	
Laptop	Cable USB
Memoria Flash	Bolígrafo
Impresora	Libros
Hoja de papel bon	Leyes y reglamento
<b>Material de Campo</b>	
Movilidad de dos rueda	Romana
Agenda (cuaderno de campo)	Machete
Celular	GPS
Lampa	Flexo metro
Bolsa Plástica	Hule Plástico

**Fuente:** Elaboración Propia

## **8 RESULTADOS**

### **8.1 Descripción de tratamiento estadístico**

El tratamiento de los datos recolectados se realizó mediante el uso y aplicación de la estadística lo cual nos ayudó a hacer la representación e interpretación mediante el uso de tablas de frecuencia y gráficos, en los que se muestran los valores porcentuales de cada indicador trabajado en las encuesta a los productores de arroz mecanizado de la Comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

Para la descripción de tratamientos estadístico utilizamos el programa SPSS 23 que fue de gran utilidad ya que nos ayudó a obtener datos exactos y precisos, para la cual a continuación detallamos claramente los resultados de cada encuestado.

**Tabla 11: Resultados de la encuesta N° 1**

Utilizan químicos para la producción de arroz					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	21	95,5	95,5	95,5
	No	1	4,5	4,5	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 2: Resultados de la encuesta N° 1**



**Fuente:** Elaboración propia

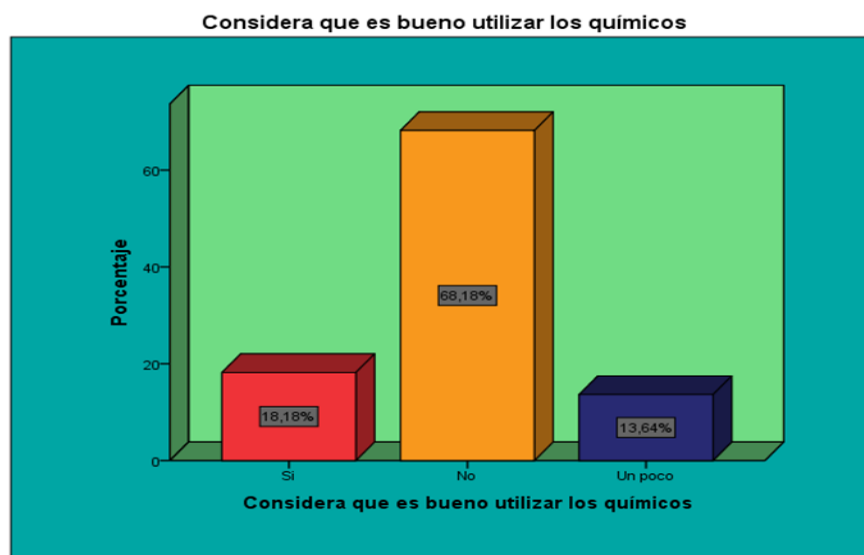
De 22 agricultores cabezas de familia encuestado como frecuencia 21 respondieron que si utilizaron fertilizantes químicos haciendo un total porcentual de 95% acumulado en el área de producción de arroz, con objeto de aumentar el nivel de productividad, mientras que 1 comunario por razones que no se logró identificar respondió que no utilizaron químicos en su área de producción de arroz mecanizado haciendo un total porcentual a cumulado de 4.5% haciendo un total de 100% de confiabilidad.

**Tabla 12: Resultados de la encuesta N° 2**

Considera que es bueno utilizar los químicos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	4	18,2	18,2	18,2
	No	15	68,2	68,2	86,4
	Un poco	3	13,6	13,6	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 3 Resultado de la encuesta N° 2**



**Fuente:** Elaboración propia

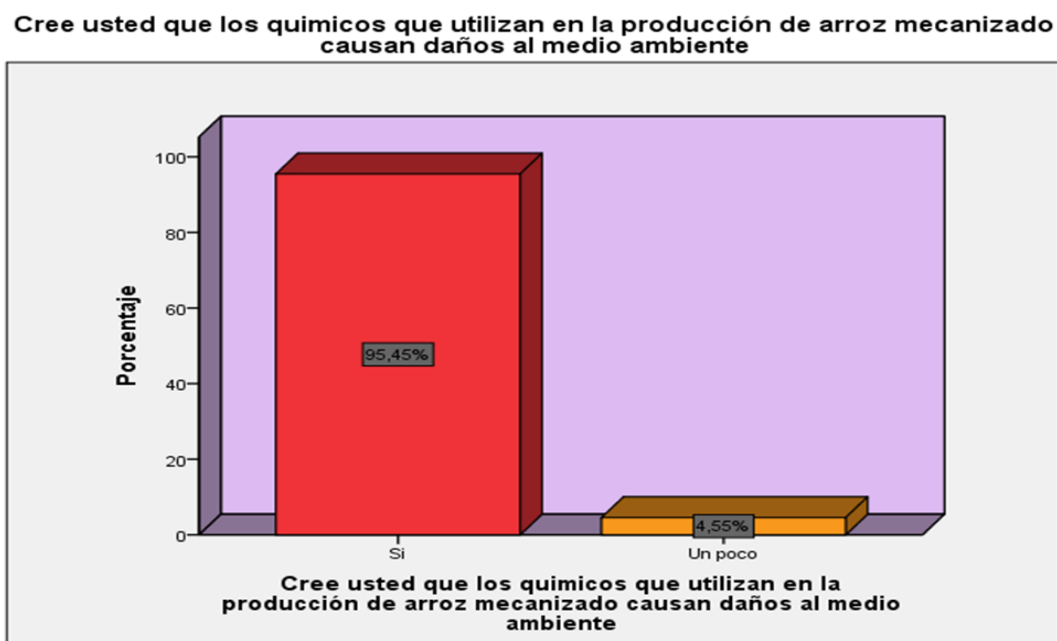
De 22 productores de arroz que fueron sometidos a encuestas el 18, 18% mencionaron que si es bueno utilizar químicos en la agriculturas, mientras que un 68, 18% respondió que no era bueno utilizar los químicos en la agricultura, por lo tanto el 13,64 % respondido que era un poco bueno la utilización de los fertilizantes.

**Tabla 13: Resultado de la encuesta N° 3**

Cree usted que los químicos que utilizan en la producción de arroz mecanizado causan daños al medio ambiente					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	21	95,5	95,5	95,5
	Un poco	1	4,5	4,5	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 4: Resultados de la encuesta N° 3**



**Fuente:** Elaboración propia

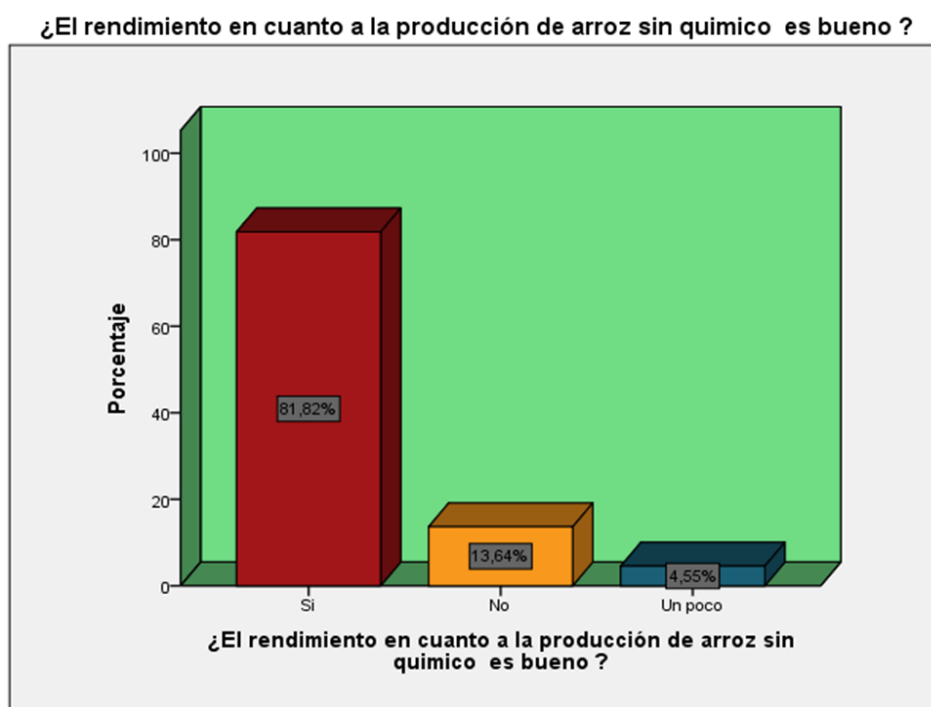
Del total de 22 personas encuestado un 95,45 % ha confirmado que la utilización de los fertilizantes causa daños al medio ambiente, mientras que un 4,55 % menciona que dañaba un poco.

**Tabla 14: Resultado de la encuesta N° 4**

¿El rendimiento en cuanto a la producción de arroz sin químico es bueno?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	18	81,8	81,8	81,8
	No	3	13,6	13,6	95,5
	Un poco	1	4,5	4,5	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 5: Resultado de la encuesta N° 4**



**Fuente:** Elaboración propia

Del total de 22 personas encuestado en la Comunidad las Piedras el 81, 82% afirma que el rendimiento en cuanto a la producción de arroz sin químicos es buena, mientras que 13, 64%, menciona que no es tan buena la producción de arroz sin fertilizantes por lo tanto un 4,55% dijo que era un poco bien y a la bes mal la introducción de estos químicos en el área de producción de arroz.

## 8.2 Presentación de resultados obtenidos

En la presentación de resultados obtenidos se detallan los análisis de la realización de cada uno de los objetivos específicos para cumplir con la finalidad de la investigación planteada.

### **a) Delimitar las áreas específicas para la recolección de muestras, antes y después de haber empleado fertilizantes químicos (urea, cal).**

- Para cumplir el objetivo se delimito las dos áreas cada una de 100/100m<sup>2</sup>. Sacando coordenadas en cada esquina.
- Se tomaron las sub muestras 5 por cada hectárea.

### **b) Describir las características físico-químicas de los suelos antes y después de la cosecha de arroz mecanizado.**

- La característica física de suelo en el área donde se utilizó fertilizantes químico es (FA)
- La característica Física del suelo en el área donde se utilizó fertilizantes químico es (FY)

Las características químicas de las dos áreas de investigación son las siguientes:

- PH
- N
- P
- K
- M.O
- Ca
- Mg
- C.E
- Salinidad
- C.I.C

**c) Interpretar los resultados de la variación de los Parámetros físico-químico del suelo después del análisis realizado**

En las presentes tablas se miran reflejado los niveles de fertilidad de cada parámetro del suelo, al mismo tiempo se identifica que tipos de impactos o efectos causaron los fertilizantes químicos al suelo en estas arias de estudio.

**Tabla 15: Análisis de los parámetros físico-químico del suelo antes de haber Utilizado fertilizantes químicos**

	Elementos Nutritivos								
	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Potasio (K)	Capacidad de intercambio catiónico C.I.C.E	Fosforo (P)	Materia Orgánica (M.O)	Nitrógeno (N)	Textura
<b>Alto</b>									
<b>Medio</b>									
<b>Bajo</b>	0,3	0,2	0,03	0,09	1,7	8	0,9	0,04	FA
<b>Valores del PH:</b>						<b>(4,4)</b> Muy fuertemente Acido			
<b>Valores de la Conductividad eléctrica (Micromhos <math>\text{cm}^{-1} = \mu\text{Scm}^{-1}</math>): sin problemas de salinidad (42)</b>									
<b>Nota:</b> $\text{Cmol kg}^{-1} = \text{meq } 100\text{g mg kg}^{-1} = \text{ppm}$ M.A = Muy Alto A = Alto B = Bajo M.B = muy bajo									

**Fuete:** Elaboración Propia

**Tabla 16: Análisis de los parámetros Físico-químico del suelo después de haber utilizado fertilizantes químicos**

Niveles	Elementos Nutritivos								
	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Potasio (K)	Capacidad de intercambio catiónico C.I.C.E	Fosforo (P)	Materia Orgánica (M.O)	Nitrógeno (N)	Textura
<b>Alto</b>									
<b>Medio</b>									
<b>Bajo</b>	0,9	0,3	0,03	0,17	2,8	9	1,2	0,06	FY
<b>Valores del PH:</b>									<b>(4,5)</b> Muy fuertemente Acido
<b>Valores de la Conductividad eléctrica (Micromhos <math>\text{cm}^{-1} = \mu\text{Scm}^{-1}</math>):</b> sin problemas de salinidad <b>(47)</b>									
<b>Nota:</b> $\text{Cmol kg}^{-1} = \text{meq } 100\text{g mg kg}^{-1} = \text{ppm}$ M.A = Muy Alto A = Alto B = Bajo M.B = muy bajo									

**Fuente:** Elaboración Propia

### 8.3 Análisis y discusión de resultados

a. Delimitación de áreas para la recolección de muestras de investigación:

- La presente investigación nace mediante la observación, este instrumento abre paso a que nos preguntemos que impactos causan los fertilizantes químicos al suelo, y por qué el cultivo de arroz donde se introdujo químicos obtuvo un rendimiento bajo, es por ello que mediante un análisis físico-químico se pretende demostrar los impactos o efectos que ocasionan los fertilizantes (urea cal), tomando en cuenta dos áreas una antes y después de haber de la utilizado dichas sustancias sintéticas.
- Para el presente análisis de suelo se elaboró una guía de muestreo de suelo en base a la guía del (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). Peruana, *ver anexo n° 3*.
- En base a la presente guía se procedió a la delimitación del área, puntos o coordenadas de ambas áreas, así también se sacó coordenada en cada

sub-muestra tomada para obtener una sola muestra representativa de cada terreno.

- Respecto a este trabajo se puede indicar que por la situación de desconocimiento sobre el comportamiento de los suelos en sus diferentes condiciones actuales y potenciales, se mostraron con diferencias en su desarrollo, tal como lo demuestran los cuadros en resultados.
  - Se realizaron los diferentes muestreos de suelos para el análisis físico-químico, tanto en suelos actuales y potenciales dado el caso de variabilidad existente.
  - El relieve de los terrenos fueron planos con una pendiente del 2%, los que no se considera un problema para el drenaje interno.
  - El preparado del terreno se realizó con equipos de maquinaria pesada agrícola para facilitar la siembra del Arroz.
- b. Descripción de las características físico-químico de los suelos antes y después de la cosecha del cultivo del arroz.
- De conformidad a los Tabla (15y16), en resultados se puede evidenciar que desde el punto de vista Físico de los suelos, se muestran que en el área delimita sin químico son de textura Franco Arcillosos y Franco Arenoso en el área donde se utilizó los fertilizantes, de una coloración pardo amarillento y una Estructura del orden granular, cuya propiedad son las más comunes en la región
  - Las propiedades químicas que muestran en resultados, se pueden evidenciar que no son las más apropiadas puesto que en el área donde no se realizó las actividades agrícolas y no se introdujeron fertilizantes químicos el nivel de PH es de 4,4 y 4,5 en el área donde sí se utilizó fertilizantes químicos.
  - Los parámetros químicos como: (Ca, Mg, K, N, M, O, P) en las dos áreas se caracterizaron por ser bajo de dichos elementos. *Ver tabla 15.16*

- Entonces podemos decir que el intercambio catiónico de los elementos esenciales e indispensables en ambas áreas es considerado en su mayoría Bajo.
- c. Interpretación los resultados de la variación de los Parámetros físico químico del suelo después del análisis realizado.

En la primera muestra los resultados que se obtuvieron fueron:

- El sodio, potasio fosforo y el nitrógeno presentaron niveles bajos.
- El nivel de Calcio que se presento fue bajo.
- Los niveles de magnesio y materia orgánica que se presentó fueron bajos.
- El resultados del análisis del pH que se obtuvo es fuertemente acido.
- Sin problemas de salinidad.

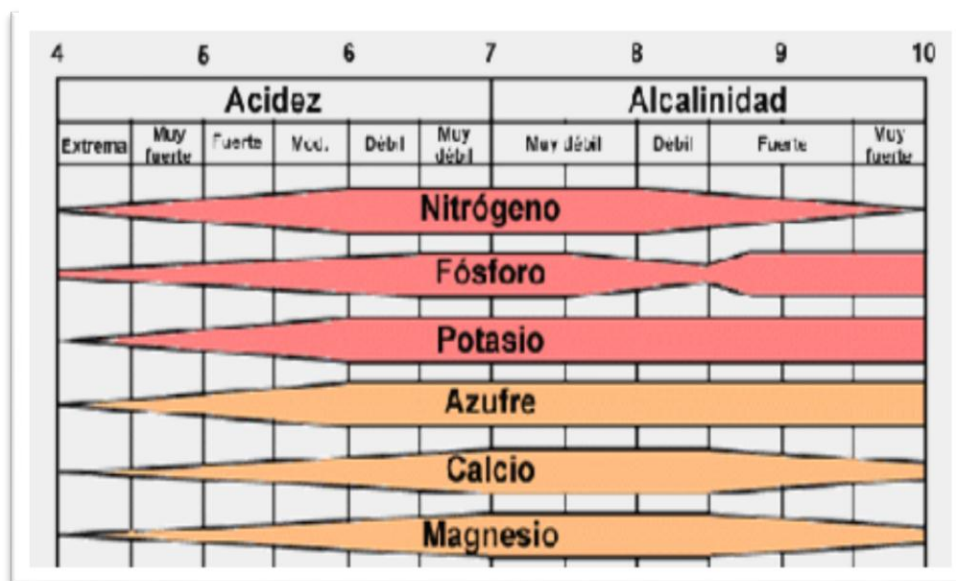
En la segunda muestra del después de la producción agrícola los resultados que se obtuvieron fueron:

- Los niveles de sodio, fosforo, nitrógeno, calcio, magnesio y materia orgánica fueron bajos.
- El pH el segundo análisis que se obtuvo fue fuertemente acido.
- Sin problema de salinidad.

### **8.3.1 Medidas de mitigación al problema de Investigación abordado**

Para el suelo del área de producción de arroz de acuerdo a los resultados del análisis físico-químico realizado en el laboratorio CIAT, en la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra. En la Comunidad las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno se plantean las siguientes alternativas.

**Grafico 6 : Disponibilidad de nutrientes relativos al PH**



**Fuente:** (ESTHER, 2010)

**La mucuna:** La mucuna es una planta leguminosa que aporta con nitrógeno al suelo al mismo tiempo ayuda a elevar el PH en suelos ácidos, según (ESTHER, 2010) nos menciona que el PH y los macronutrientes guardan mucha relación, por lo tanto decimos que al aumentar el nivel del PH del suelo los niveles del (N, P, K, Mg, Ca.), Ver Gráfico N° 6.

**La Mucuna:** Según (Bryan Brunner, 2011), La mucuna pruriens, es una planta leguminosa (como los frijoles y guisantes) que pertenece a la familia de las fabaceae. Puedes encontrarla con diversos nombres como chiporro, frijol abono.

### 8.3.2 Ventajas que tiene la mucuna

**Aporta nitrógeno al suelo:** La mucuna puede atrapar el nitrógeno del aire y almacenarlo en sus hojas, gracias a las bacterias que viven en los nódulos que se forman en sus raíces. De esta manera también ayuda a la neutralidad del PH en suelos Ácidos, Rozando la mucuna después de cuatro meses, el nitrógeno se

libera durante la descomposición de la hojarasca y queda disponible para ser aprovechado por el cultivo. La mucuna puede aportar alrededor de 150 kg. De nitrógeno por año por hectárea al suelo, lo que significa un incremento notable de la producción del cultivo.

**Ayuda a conservar el suelo:** La gran cantidad de follaje que produce forma una cobertura que evita el salpiqueo de la lluvia, disminuyendo la erosión y adicionando entre 10 y 15 toneladas de materia verde al suelo por año.

**Combate las malezas y facilita la preparación del terreno:** La rapidez con que se desarrollan las plantas ahoga casi todas las malezas y, además, es muy fácil de cortar. En dos ciclos de siembra de mucuna es posible disminuir considerablemente la presencia de malezas de hoja ancha y gramínea.

### **8.3.3 Aplicación de cal agrícola**

De conformidad con los resultados del análisis de suelo de las dos áreas de estudio, con la aplicación de cal o enmienda se pretende dar solución los parámetros (C, E, Salinidad).

**Diferencia entre fertilizantes y cales o enmiendas:** Una cal o enmienda se aplica para corregir los problemas de acidez del suelo y adicional al proceso de corrección se nutre la planta con algunos elementos. Un fertilizante se aplica única y exclusivamente para nutrir la planta.

Generalmente las enmiendas no son solubles en agua y su contenido se mide solubilizándolo en ácido; en el suelo las enmiendas son reactivas en los ácidos del suelo como los ácidos carbónicos y en la acidez activa que él presenta. Las enmiendas se utilizan como equilibrantes de las bases especialmente calcio y magnesio. Los fertilizantes son solubles en agua. Las enmiendas solo se aplican al suelo, mientras que los fertilizantes pueden ser aplicados tanto al suelo como vía foliar. (Henaó, 2012).

## 9 CONCLUSIONES

Luego de haber concluido las etapas de investigación, y después de una minuciosa y profunda interpretación del resultado obtenido se llegó a las siguientes conclusiones.

A través de técnicas de la recolección de información como la observación y las encuesta, permitió obtener datos ciertos y confiables, lo cual nos permitió justificar el problema con más precisión.

Los resultados obtenidos del análisis de suelo de las dos áreas, podemos decir que el nivel de fertilidad de estas áreas son muy bajos el suelo de esta zona carece de nutrientes tanto físicos como químicos.

Actualmente los resultado abordó que los fertilizantes químicos, ha ocasionado un impacto ambiental para los suelo de esta zona aunque la cantidad de cada parámetro analizado de la área donde se utilizó los fertilizantes se puede apreciar que si tiene un impacto negativo a comparación del área donde no se utilizaron la urea ni el cal agrícola.

Podemos indicar que los fertilizante no han logrado solucionar, la deficiencia de nutrientes en el suelo, es por ello que se soluciona los problema aplicando las plantas leguminosa como la mucuna que aporta con nitrógeno para el suelo y amplía el nivel del potasio y el fosforo que son los paramentos químicos más fundamental en el suelo para una mejor producción de cultivos.

## 10 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones van dirigidas específicamente a los señores agricultores:

- Por la gran importancia que reviste este trabajo de investigación es necesario que se realicen trabajos similares, puesto que existen resultados no satisfactorios utilizando fertilizantes en el suelo.
- Recomendarle a los señores agricultores que al momento de introducir los fertilizantes consultar a profesional capacitado sobre la cantidad de que se va a aplicar por hectárea.
- Se recomienda la utilización de técnicas orgánicas que ayuden a la conservación del recurso suelo como la mucuna.
- Con los fines de disminuir el impacto negativo en el suelo y cultivos de Arroz es necesario utilizar a futuro variedades nativas de cultivos como de Arroz y otros Cereales como el Maíz, Sorgo etc. del lugar con un amplio grado de adaptabilidad a las condiciones edafo-climaticas de esta región.
- Se recomienda recurrir a las autoridades de gobiernos municipales u otras instituciones académicas como la Universidades o a personas que conozcan con amplitud sobre el tema.

## 11 CUERPO DE REFERENCIA

(SAG) Secretaria de Agricultura y Ganadería. (2003). *Manual Técnico para el cultivo del Arroz*. Honduras.

(SAG), S. d. (2003). *Manual Técnico para el cultivo del Arroz*. Honduras.

Altieri, m. N. ( 2010). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexico: mexicana.

Bernal, C. A. (2006). *Metodología de Investigación*. Mexico: D.F Mexicana.

Bryan Brunner, J. B. (2011). *Proyecto de agricultura Organica*. Puerto Rico.

Cabrera, D. (2014). *Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo*. Cuba.

Cahuaya, W. (2018). VENTAJAS Y RIESGOS DE LA UREA. VENTAJAS Y RIESGOS DE LA UREA, 1.

Casanva, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. Venezuela.

Chilon, E. (2014). *Manual de fertilidad de suelo y nutrición de planta*. La paz: CIDAT.

CIAT. (2014). *Laboratorio de suelos, Agua y plantas*. Santa Cruz de la Sierra.

ESTHER. (16 de Julio de 2010). *ELBLOGVERDE.COM*. Obtenido de ELBLOGVERDE.COM: <https://elblogverde.com/ph-del-suelo/>

Facultad, d. I. (2009). *Efectos de los fertilizantes quimicos en el suelo por la producción de arroz*. Peru.

FAO. (2017). *Agricultura Sostenible*. Roma: Los cinco principios para una agricultura sostenible.

FERPACIFIC. (2011). Fertilizantes. *FERPACIFIC*.

Gardey, J. P. (2009). *Definición de medio ambiente*. (<https://definición.de/medio-ambiente/>).

Henao, H. O. (2012). *MITOS Y REALIDADES DE LAS CALES Y ENMIENDAS EN COLOMBIA*. Colombia: Sede Medellín.

Kuno, N. S. (20017). *Evaluación de fertilidad de suelo*. La Paz.

Ley N° 1333, R. (1992). *Ley del Medio Ambiente*. Bolivia: Gaceta Oficial de Bolivia.

Ley N° 300, M. (2012). *Ley Marco de la Madre Tierra y desarrollo integral para vivir bien*. Bolivia: Vicepresidencia del Estado.

Liotta, M. (2009). *Aplicación de la técnica del riego en función del tipo de suelo y requerimientos de los cultivos*. San Juan: INTA.

Ministerio de Educación. (2009). *Constitución Política del Estado*. La Paz-Bolivia.

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Guía para muestreo de suelos*. Perú: ECA.

Moreno, J. I. (2001). *La materia orgánica en los agroecosistemas*. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. España.

ONU, p. I. (2015). El suelo es un recurso no renovable. *FAO*.

Pesticidas, D. d. (2006). Lo que debería saber sobre los pesticidas. *Pesticidas INFO*.

Pozo, M. F. (1984). *La Urea Fertilizante Nitrogenado*. Chile.

Ramírez, c. R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Colombia: Corpoica.

Reglamento Nacional. (1998). *Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos*. Bolivia.

SAG, S. d. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz*. Honduras: Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria(DICTA).

Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGrawHill.

Servicios, W. A. (2008). *Cal para uso Agrícola*. Mexico.

sustainet. (2008). *Agricultura Sostenible una salida de la pobreza para población Rural*. La paz.

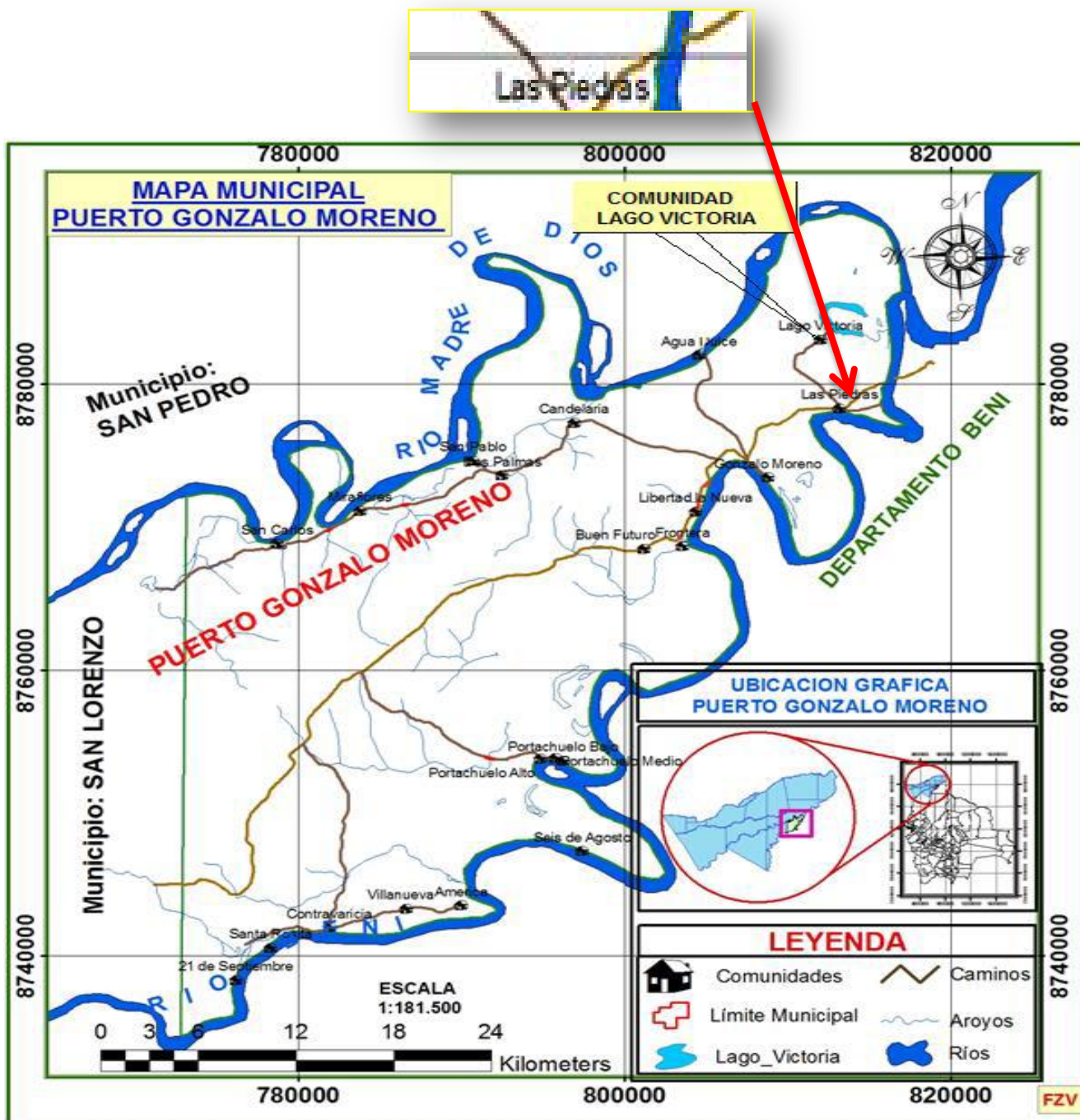
Tamayo, T. M. (1999). *La Investigación*. Colombia: ARFO EDITORES LTDA.

Universidad de medillin. (2009). *Analisis de la contaminación del suelo*. Colombia.

UNIVERSIDAD LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE. (2005). *MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE*. Los Angeles.

# Anexos

A 1: Mapa de ubicación de la comunidad las piedras  
Anexo 1: Imagen de ubicación



**Anexo 2: Guía de Observación**

<b>N°</b>	<b>CRITERIOS DE OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS DESCRIPTIVA</b>
1	¿Cómo se encuentra el estado actual del suelo?	
2	¿Qué impactos ha causado en la producción de otras plantas?	
3	¿Qué profundidad del suelo está contaminada?	

**Anexo 3: Guía de encuesta**

<b>N°</b>	<b>PREGUNTAS REALIZADAS</b>	<b>CRITERIOS</b>		
		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>UN POCO</b>
1	Utilizan químicos para la producción de arroz			
2	Considera que es bueno utilizar los químicos			
3	Cree usted que los químicos que utilizan en la producción de arroz causan daño al medio ambiente			
4	¿El rendimiento en cuanto a la producción de arroz sin químicos es bueno?			

## **Anexo 4: Guía de muestreo de suelo para el área de producción de arroz mecanizado de la comunidad las piedras**

### **1: DATOS GENERALES:**

#### **1.1. OBJETIVO DEL MUESTREO**

Realizar el análisis de suelo, con tipo de muestreo de identificación utilizando la técnica superficial para identificar los impactos que han causado los fertilizantes químicos (urea) y pesticida en el área de producción de la comunidad las Piedras del Departamento Pando.

#### **1.2. VIAS DE AXCESO DEL SITIO:**

El lugar donde serán tomadas las muestras de suelo, se encuentra ubicada a 1km de la comunidad las Piedras. Con exactitud la carretera pasa por el área de producción de arroz de dicho lugar que será donde se tomaran las muestras.

#### **1.3. RESUMEN DE ESTUDIO PREDIO:**

Ubicada a 3 km del municipio de Puerto Gonzalo moreno y 1Km antes de llegar a la comunidad Las piedras.

#### **1.4. LOCALIZACION DEL SITIO GEOGRAFICO**

La localización de la comunidad las piedras se encuentra ubicada a 2km antes de llegar a la Unidad Académica Las Piedras del municipio de puerto Gonzalo moreno del departamento pando.

#### **1.5. DELIMITACION DE LAS AREAS DE INTERES DE MUESTREO:**

Para la siguiente muestra se tomó en cuenta un área específica de 1000 m<sup>2</sup> .

### **2: PLANEACION Y PROCEDIMIENTO DE MUETREO:**

#### **2.1. TIPO DE MUESTREO:**

El tipo de muestreo a emplearse en el presente análisis de suelo es de identificación utilizando la técnica superficial ya que se realizara en lugares donde **se practica la agricultura.**

#### **2.2. LOCALIZACION, DISTRIBUCION Y NÚMERO DE PUNTO DE MUETREO:**

Localizado en la comunidad de las piedras se tomara 5 puntos de muestreo por hectárea formado en una cruz.

**2.4. PROFUNDIDAD DE MUESTREO:**

La profundidad del muestreo es de 30cm

**2.5. TIPO DE MUESTRA (MUESTRAS SIMPLES O COMPUESTAS, DE PROFUNDIDA O SUPERFICIAL):**

Se utilizara la técnica superficial para su respectivo análisis de suelo del predio ubicada en la comunidad las piedras

**2.6. ESTIMACION DEL NUMERO TOTAL DE MUESTRAS:**

Se determinara en forma de cruz.

**2.7. EQUIPO DE MUESTREO DE SUELO:**

Pala, balde, bolsa plástica, cuaderno, bolígrafos

**Ficha de muestreo de suelo****Datos generales:**

Nombre del sitio: comunidad las piedras	Departamento: Pando
Razón social: comercial	Provincia:
Uso principal: agricultura	Dirección del predio: Área de producción de arroz mecanizado en la comunidad las Piedras

### Datos del punto de muestreo

Nombre de punto			
<b>Coordenadas:</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Descripción de la superficie:</b> <b>(pe. asfalto, cemento, vegetación)</b>
<b>(UTM,WGS84)</b>			El terreno se encuentra libre de vegetación listo para la toma de muestra
<b>P. 1</b>			
<b>P. 2</b>			
<b>P.3</b>			
<b>p. 4</b>			
<b>P.5</b>			
Temperatura (°C):			Precipitación (si/no, intensidad):
Técnica de muestreo: (p.a. sondeo manual/semi- mecánico/mecánico, zanja, etc.)			Instrumentos usados:
Profundidad final: (en metros bajo la superficie)			Napa freática : (si/no, profundidad en m)
Instalación de un pozo en el agujero: (si/no, descripción):			Relleno del agujero después del muestreo: (si/no, descripción):

**Datos de las muestras:**

Clave de la muestra:					
Fecha:					
Hora:					
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)	30 cm	30 cm	30cm	30 cm	30 cm
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie)	1.20 cm Para horticultura	1.20 cm Para horticultura	1.20 cm Para horticultura	1.20 cm Para horticultura	1.20 cm Para horticultura
Características organolépticas:	Superficie plana	Superficie plana	Superficie plana	Superficie plana	Superficie plana
Color:	Café oscuro	Café oscuro	Café oscuro	Café oscuro	Café oscuro
Olor:	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor

**Anexo 5: Observación directa del área del área de producción de arroz mecanizado con fertilizantes químicos.**



Estas imágenes hacen referencia al estado en el que se encontraba el cultivo de Arroz de la Comunidad las Piedras, lo cual fue que nos motivó a llevar a cabo esta investigación sobre los impactos que provocan los químicos al suelo i posteriormente a los cultivos.

### Anexo 6: observación después del arado en el ara de producción de arroz



### Anexo 7: Encuesta realizada a los agricultores de arroz de la comunidad Las Piedras

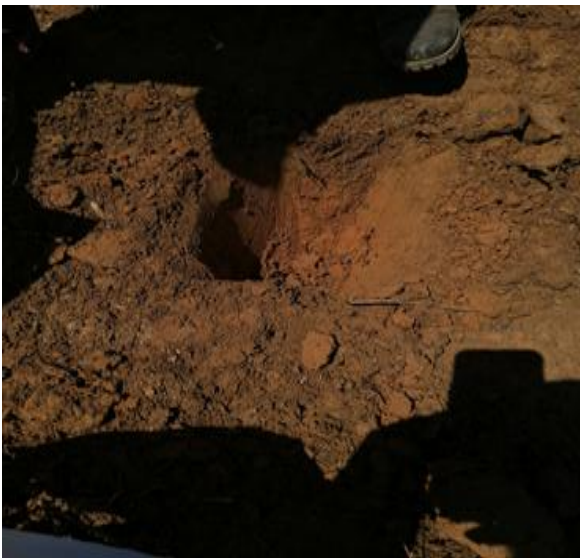


## Anexo 8 : Delimitación de La áreas



**Las imágenes demuestran claramente que el primer objetivo específico fue cumplido dentro de la presente tesis de grado**

**Anexo 9: Recolección de las sub-muestra antes y después de haber utilizado fertilizantes químicos.**



## Anexo 10: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO EN EL LABORATORIO CIAT



CENTRO DE INVESTIGACION AGRÍCOLA TROPICAL - SANTA CRUZ - BOLIVIA  
LABORATORIO DE SUELO, AGUA Y PLANTA  
ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Remitente: Dennis Subirana Cordero  
Inst. y/o Empresa:  
Teléfono:  
Cod.Venta: 4205  
Otra Inf:

Departamento: PANDO  
Provincia: MADRE DE DIOS  
Municipio: Gonzalo Moreno  
Propiedad:  
Lugar Muestreo:

Fecha de Muestreo: 2018-08-22  
Años después Desmonte: 0  
Cultivo o uso Anterior: Arroz  
Cultivo o uso Actual: arroz  
Fecha de Ingreso: 2018-10-04

Nro. Lab.	Ident. muestra	pH 1:5 Agua	C.E. 1:5 $\mu S\ cm^{-1}$	Carb. Libres	Cat.Sol.1:5 S/Agua $cmol\ kg^{-1}$				Bases Int. $cmol\ Kg^{-1}$				T.B.I.	C.I.C.E.	Sat de Bases %	Acidez $cmol\ Kg^{-1}$	Al $cmol\ Kg^{-1}$	P $mg\ Kg^{-1}$	M.O. %	N Total %	A %	L %	Y %	Text
					Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	K												
1960	M1 Arroz mecanizado	4.50	42	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.30	0.03	0.17	1.40	2.80	50	1.40	0.80	9	1.20	0.06	22	39	39	FY
1961	M2 arroz sin químicos	4.40	47	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.20	0.03	0.09	0.62	1.72	36	1.10	0.70	8	0.90	0.04	56	25	19	FA

Prof. Profundidad  
C.E. Conductividad Eléctrica  
Carb. Carbonatos  
Cat. sol. Cationes solubles  
Bases Int. Bas. Intercambiables

T.B.I. Total Bases Intercambiables  
C.I.C.E. Cap. de intercambio de cationes efectiva  
Sat. de Bases Saturación de Bases  
M.O. Materia Orgánica  
N. Total Nitrogeno Total

A Ausente  
P Presente  
PP Presente en gran cantidad

A Arenoso  
AF Arenoso Franco  
FA Franco Arenoso  
FYA Fco. Arc. Arenoso  
YA Arcilloso Arenoso

L Limoso  
FL Franco Limoso  
FYL Franco Arc. Limoso  
YL Arcillo Limoso

F Franco  
FY Franco Arcilloso  
Y Arcilloso

$cmol\ kg^{-1} = me\ 100\ g^{-1}$   
 $mg\ Kg^{-1} = ppm$

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. S.C. Rómulo Subirana Cordero  
 RESPONSABLE SERVICIOS LABORATORIO  
 DE SUELO, AGUA Y PLANTA  
 CIAT