



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO UTILIZADO
PARA LA SIEMBRA DE MAÍZ EN LA PARROQUIA NUEVO
PARAÍSO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: GLADYS MARGARITA JIMÉNEZ CUMBICUS

TUTOR: DR. FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCÉS

Riobamba – Ecuador

2018

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“Evaluación de la calidad del suelo utilizado para la siembra de maíz en la parroquia Nuevo Paraíso del Cantón Francisco de Orellana”**, de responsabilidad de la Srta. Egresada Gladys Margarita Jiménez Cumbicus ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Fausto Yaulema Garcés DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
Ing. Luis Alfonso Condo Plaza MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Gladys Margarita Jiménez Cumbicus, declaro que el Trabajo de Titulación tipo :Proyecto de investigación denominado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO UTILIZADO PARA LA SIEMBRA DE MAÍZ EN LA PARROQUIA NUEVO PARAÍSO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA”** es original y de mi autoría personal y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 2018

.....
Gladys Margarita Jiménez Cumbicus
CI. 2200080980

Yo, Gladys Margarita Jiménez Cumbicus, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO UTILIZADO PARA LA SIEMBRA DE MAÍZ EN LA PARROQUIA NUEVO PARAÍSO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA”** y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

.....
Gladys Margarita Jiménez Cumbicus
CI. 2200080980

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios por darme la fortaleza de seguir siempre para adelante pese a los obstáculos que se han presentado en el camino, y darme sabiduría para poder culminar con éxito. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mis familiares porque me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, para convertirme en un profesional. A mis amigos que con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. Por último, a mis compañeros de la vida estudiantil que gracias a la amistad que se formó logramos llegar hasta el final del camino, y al Dr. Fausto Yaulema Garcés, por la colaboración brindada en todo momento de la investigación.

Gladys Margarita Jiménez Cumbicus

DEDICATORIA

El Presente Trabajo de titulación va dedicado a toda mi familia que, con su apoyo moral, económico han sido fundamentales para poder culminar con éxito una etapa más en mi vida, y en especial quiero agradecer a las personas que siempre estuvieron conmigo en mis alegrías y en mis tristezas.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y guiándome por el buen camino para continuar. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Gladys Margarita Jiménez Cumbicus

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	xvi
ABSTRAC.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS.....	4
CAPITULO I	
1 MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Suelo	5
1.2.1 <i>Manejo del suelo</i>	6
1.2.2 <i>Degradación del Suelo</i>	6
1.2.3 <i>Mejoramiento del Suelo</i>	7
1.2.4 <i>Biodiversidad del Suelo</i>	9
1.3 Calidad del suelo	10
1.3.1 <i>Indicadores de los índices de calidad</i>	11
1.4 Evaluación de la calidad del suelo	13
1.4.1 <i>Los indicadores de sostenibilidad</i>	15
1.4.2 <i>Usos de la guía</i>	17
1.5 Nutrientes del suelo.....	19
1.5.1 <i>Nitrógeno</i>	20
1.5.2 <i>Fosforo</i>	21
1.5.3 <i>Potasio</i>	21
1.6 Necesidad de fertilizantes	22
1.6.1 <i>La reacción del suelo y el encalado</i>	23
1.7 El suelo y las buenas prácticas agrícolas.....	24
1.8 Recomendaciones de fertilizantes para cultivos seleccionados de acuerdo con sus necesidades	25
1.9 Evaluación del suelo.....	26
1.9.1 <i>Cómo hacer un análisis de suelo</i>	26
1.9.2 <i>Cómo tomar una muestra de suelo</i>	27
1.9.3 <i>Ensayos de validación con fertilizantes en el campo</i>	27
1.10 Contexto normativo	28
CAPITULO II	
2 METOLOGÍA.....	29
2.1 Esquema investigativo	29

2.2	Enfoque de la investigación	29
2.3	Alcance de la investigación	30
2.4	Delimitación del objeto de investigación	30
2.4.1	<i>Delimitación del contenido</i>	30
2.4.2	<i>Delimitación espacial</i>	30
2.4.3	<i>Delimitación temporal</i>	30
2.5	Tipo de investigación	30
2.6	Métodos, técnicas e instrumentos	30
2.6.1	<i>Métodos de investigación</i>	30
2.6.2	<i>Técnicas de investigación</i>	31
2.7	Población y muestra	31
2.7.1	<i>Población</i>	31
2.7.2	<i>Muestra</i>	31
2.7.3	<i>Estratificación de la muestra</i>	33
2.7.4	<i>Muestreo experimental</i>	33
2.8	Hipótesis	35
2.8.1	<i>Hipótesis General</i>	35
2.9	Identificación de variables	35
2.9.1	<i>Variable independiente</i>	35
2.9.2	<i>Variable dependiente</i>	35
2.10	Procesamiento y análisis de información	36
2.10.1	<i>Plan de recolección de información</i>	36
2.10.2	<i>Procedimiento para la información</i>	36
2.11	Descripción general del sector	37
2.11.1	<i>Antecedentes</i>	37
CAPITULO III		
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
3.1.1	<i>Análisis descriptivo</i>	40
3.1.2	<i>Análisis Inferencial</i>	42
3.1.2.1	<i>Verificación de hipótesis</i>	42
3.1.2.2	<i>Planteamiento de la hipótesis</i>	42
3.1.2.3	<i>Prueba de Chi-cuadrado</i>	42
3.1.2.4	<i>Preguntas utilizadas en la comprobación de la hipótesis</i>	42
3.1.2.5	<i>Tabla de frecuencias observadas y frecuencias esperadas</i>	43
3.1.2.6	<i>Cálculo del Chi-cuadrado</i>	44
3.1.2.7	<i>Nivel de significación y regla de decisión</i>	44
3.1.2.8	<i>Verificación de hipótesis</i>	45

3.1.3	<i>Evaluación</i>	46
3.1.4	<i>Desarrollo y experimentación</i>	47
3.1.4.1	<i>Análisis estadístico de la temperatura y las Bloques de estudio</i>	49
3.1.4.2	<i>Análisis estadístico del nivel de pH y las parcelas de estudio</i>	49
3.1.4.3	<i>Análisis estadístico de la infiltración y las parcelas de estudio</i>	50
3.1.4.4	<i>Análisis estadístico de la cantidad de amoníaco y las parcelas de estudio</i>	50
3.1.4.5	<i>Análisis estadístico de la cantidad de P (fósforo) y las parcelas de estudio</i>	50
3.1.4.6	<i>Análisis estadístico de la cantidad de potasio y las parcelas de estudio</i>	51
3.1.4.7	<i>Análisis estadístico de la cantidad de calcio y las parcelas de estudio</i>	51
3.1.4.8	<i>Análisis estadístico de la cantidad de magnesio y las parcelas de estudio</i>	52
3.1.5	<i>Análisis estadístico de conductividad hidráulica</i>	52
3.2	Análisis de fiabilidad con Alfa de Cronbach	63
3.3	Evaluación agroecológica del suelo	64
	CONCLUSIONES	93
	RECOMENDACIONES	94
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Factores de degradación del suelo	6
Tabla 2.1. Técnicas de mejoramiento del suelo	8
Tabla 3.1. Indicadores físicos	11
Tabla 4.1. Indicadores químicos	12
Tabla 5.1. Indicadores biológicos	12
Tabla 6.1. Índices de calidad del suelo	18
Tabla 7.1. Indicadores e índice de calidad del suelo.....	18
Tabla 8.1. Clasificación de los nutrientes esenciales	19
Tabla 9.1. Fuentes de nitrógeno	20
Tabla 10.1. Función del potasio en las plantas	22
Tabla 11.1. Extracción de nutrientes por cultivos Kg/Ha.....	25
Tabla 12.1. Ventajas de los ensayos de validación	27
Tabla 1.2. Estraificación de la población	31
Tabla 2.2. Estratificación de la muestra.....	33
Tabla 3.2. Plan de recolección de información.....	36
Tabla 1.3. Frecuencias observadas.....	43
Tabla 2.3. Frecuencias esperadas	44
Tabla 3.3. Cálculo del Chi-cuadrado	44
Tabla 4.3. Tabla de Chi – Cuadrado	45
Tabla 5.3. Distribución de las parcelas Parcela 3 (P3)	46
Tabla 6.3. Parcela 2 (P2) y parcela 3 (P3)	46
Tabla 7.3. Distribución de las parcelas Parcela Bloques	46
Tabla 8.3. Análisis de varianza de un Diseño de un modelo con efectos fijos.....	48
Tabla 9.3. Resultados análisis experimental modelo con efectos fijos.....	49
Tabla 10.3. Rangos de la constante de conductividad hidráulica	52
Tabla 11.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 1	53
Tabla 12.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 2.....	54
Tabla 13.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 3.....	54
Tabla 14.3. Coeficientes logarítmicos parcela 1	56
Tabla 15.3. Coeficientes logarítmicos Parcela 2.....	57
Tabla 16.3. Coeficientes logarítmicos Parcela 3.....	58

Tabla 17.3. Análisis Alfa de Cronbach	61
Tabla 18.3. Correlación General de datos.....	62
Tabla 19.3. Coeficiente isohúmico K1	64
Tabla 20. 3. Coeficiente de mineralización k2	64
Tabla 21.3. Resumen valor de campo	77
Tabla 22.3. Índices de calidad del suelo	78
Tabla 23.3. Resultados de actividad biológica.....	80

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Descripción del suelo	5
Figura 2.1. Requisitos para el mejoramiento de suelos	7
Figura 3.1. Finalidad de la inclusión en el suelo	7
Figura 4.1. Especies que contiene el suelo.	10
Figura 5.1. Organismos del suelo funcionales para el ecosistema.	10
Figura 6.1. Condiciones de los indicadores de calidad.....	11
Figura 7.1. Proceso de evaluación de la calidad del suelo.....	19
Figura 8.1. Profundidad de las raíces de las plantas	23
Figura 9.1. Encalado del suelo.....	24
Figura 10.1. Los componentes importantes de las buenas prácticas agrícolas	25
Figura 11.1. Muestra del suelo	27
Figura 1.2. Metodología de la investigación	29

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1.2. Estratificación de la muestra	33
Gráfico 1.3. Curvas de infiltración.....	55
Gráfico 2.3. Conductividad hidráulica de las parcelas estudiadas	59
Gráfico 3.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 1.....	60
Gráfico 4.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 2.....	60
Gráfico 5.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 3.....	61

INDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Modelo de encuestas
- Anexo B.** Resultados de la encuesta realizada
- Anexo C.** Valores del nivel de confianza.
- Anexo D.** Protocolo de Infiltración.
- Anexo E.** Evaluación estadística de un diseño de un modelo de efectos fijos
- Anexo F.** Evidencia fotográfica encuestas realizadas a los pequeños agricultores de la Parroquia Nuevo Paraíso
- Anexo G.** Toma de datos de la práctica de infiltración
- Anexo H.** Evaluación del suelo INIAP
- Anexo I.** Evidencia fotográfica parcelas

ABREVIATURAS

ANSI	Instituto Nacional de Normas Americanas (American National Standards Institute)
APOT	Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

RESUMEN

Se estableció la evaluación de la calidad del suelo utilizado para la siembra de maíz en la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana. La finalidad del trabajo investigativo es evaluar las características físico químicas del suelo mediante una revisión bibliográfica de estudios realizados de evaluaciones posteriores del suelo, para lo cual se realiza encuestas y se planifican los tratamientos (T1, T2, T3) necesarios para cada de las parcelas (P1, P2 P3), para los cuales se realizan las evaluaciones de los suelos y se determinó los parámetros fisicoquímicos del suelo utilizados en la siembra de los cultivos de maíz como son: Temperatura 25,50, pH 6,22, Infiltración 32,16, Amonio 47,83, Fósforo 16,03, Potasio 0,17, Calcio 13,27 y Magnesio 1,24 estos resultados en el tratamiento 1, en el tratamiento 2: Temperatura °C 25,57, pH 6,24, Infiltración (cm) 32,01, Amonio (g) 33,97, Fósforo (g) 11,87, Potasio (g) 0,13, Calcio (g) 12,96, Magnesio (g) 1,05, y en el tratamiento 3 de: Temperatura °C 25,70, pH 6,40, Infiltración (cm) 31,23, Amonio (g) 30,17, Fósforo (g) 10,20, Potasio (g) 0,10, Calcio (g) 9,88, Magnesio (g) 0,69; las muestras se analiza en el INIAP, encontrándose en el índice “Moderada”, determinando que el mayor índice de calidad está en la “Parcela 2”, con un valor del indicador de 0,5. Concluyendo que el mejor tratamiento es 18 días después de la siembra, aplicar 8gr/planta de 10-30-10, y 28 días después de la siembra, aplicar 20 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta. 38 días después de la siembra, aplicar 30 gr/planta de Nitrato de Amonio, la actividad biológica en el cultivo de maíz con 4,04 gramos de CO₂ es emanado por cada kilogramo de suelo en una hora, identificando un nivel aceptable para el cultivo de maíz.

Palabras clave: <CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES>, <BIOTECNOLOGÍA>, <FISICOQUÍMICOS>, <MAÍZ>, <AMONIO>, <FÓSFORO>, <POTASIO>, <MAGNESIO>, <CALCIO>, <FRANCISCO DE ORELLANA (CANTÓN)>

ABSTRACT

The quality of the soil utilized for sowing the corn in Nuevo Paraiso Parish of Francisco de Orellana Canton was established. The purpose of the research work is to evaluate the physical and chemical characteristics of the soil through a bibliographic review of studies carried out on subsequent soil evaluations, for which surveys are carried out, and the treatments are planned (T1, T2, T3) necessary for each of the plots (P1, P2, P3) for which the soil evaluations are carried out and the physicochemical parameters of the used soil in the sowing of corn crops were determined, such as Temperature 25,50, pH 6,22, infiltration 32,16, Ammonium 47,83, Phosphorus 16,03, Potassium 0,17, Calcium 13,27 and Magnesium 1,24, these results in treatment 1, in treatment 2: Temperature °C 25,57, pH 6,24, Infiltration (cm) 32,01, Ammonium (g) 11,87, Potassium (g) 0,13, Calcium (g) 12,96, Magnesium (g) 1,05, and in treatment 3 of: Temperature °C 25,70, pH 6,40, Infiltration (cm) 31,23, Ammonium (g) 30,17, Phosphorus (g) 10,20, Potassium (g) 0,10, Calcium (g) 9,88, Magnesium (g) 0,69; The samples are analyzed in the INIAP, found in the Moderate index, determining that the highest quality index is in Plot 2 with an indicator value of 0,5. Concluding that the best treatment, 18 days after sowing, apply 8gr/plant of 10-30-10, and 28 days after sowing, apply 20gr/plant of Ammonium Nitrate, 30cm from the plant, 38 days after of the sowing, apply 30gr/Ammonium Nitrate plant, the biological activity in the corn crop with 4,04 grams of CO₂ is emanated for each kilogram of soil in one hour, identifying and acceptable level for the corn crop.

Key words: <EXACT AND NATURAL SCIENCES>, <BIOTECHNOLOGY>, <PHYSICOCHEMICAL>, <MAIZE>, <AMMONIUM>, <PHOSPHORUS>, <POTASSIUM>, <MAGNESIUM>, <CALCIUM>, <FRANCISCO DE ORELLANA (CANTON)>.

INTRODUCCIÓN

Los suelos del mundo se están deteriorando rápidamente, los nutrientes se van agotando mediante el sellado del suelo, la pérdida de carbono orgánico y otras amenazas, pero esta tendencia puede revertirse siempre que se tome la iniciativa en la promoción de prácticas de manejo sostenible y la utilización de tecnologías de manejo apropiadas para el suelo y el cultivo en el mismo. FAO (2015)

Los nutrientes en el suelo según Flores, (2016) dependen de las condiciones climáticas adecuadas o del aporte de nutrientes y de la humedad del mismo, el maíz es el más productivo de todos los cereales y la rentabilidad incrementa cuando se utilizan métodos y técnicas de fertilización adecuadas y mejorados en condiciones favorables y manejo adecuado. (pág. 9)

En el Ecuador el lineamiento maneja Agrocalidad, Moreno et. al (2015), relaciona que para la evaluación se analiza una serie de parámetros físicos, físico-químicos y la respirometría de los presentes microorganismos en los sistemas, de la misma manera el índice de fertilidad y el factor de evaluación del suelo (pág. 1).

Los principales problemas e impactos encontrados en la Amazonia, son ocasionados por los derrames, contaminación de petróleo y por la utilización productos químicos utilizados en la agricultura, causando problemas en la salud de los agricultores, entre los daños al ambiente de los sitios que se encuentran cercanos al punto en donde se utilizan los productos químicos en la agricultura.

Se considera el cultivo de maíz como una de las principales actividades agrícolas que realizan los pobladores del sector rural en la Provincia de Orellana como fuentes generadoras de ingresos, actividades que se cultivan de manera tradicional en todo el proceso productivo, cosecha, pos cosecha, comercialización, en los sectores que se realizan labores agrícolas de forma empírica afectan el índice de producción y la calidad del producto final.

En la Asociación de campesinos agricultores en la comunidad Unión Chimborazo de la Parroquia Nuevo Paraíso del Cantón Francisco de Orellana la actividad principal que desempeña la asociación es el cultivo de maíz siendo esta una de las fuentes principales generadoras de ingresos. Para una mayor producción de este cultivo se utiliza los siguientes fertilizantes más comunes así tenemos: fertilizantes (10-30-10), Amoniaco de potasio y Urea. Estos fertilizantes son nutrientes que aportan en su gran mayoría muchos nutrientes para el suelo, sin embargo, el exceso en sus concentraciones tiende a generar problemas, afectando la capa arable estructura y textura, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, proliferación de plagas por eliminación de competidores naturales, y la micro biota natural del suelo. Se estima que menos del 1% de los

agroquímicos en el maíz, mientras que el resto termina contaminando el suelo, el aire, y principalmente el agua.

Encontrándose también un cauce de agua a 400 m del terreno donde se cultiva el maíz, en el cual existe un riesgo a que estos fertilizantes sean arrastrados por la lluvia al cauce y provocando así daños a las especies acuáticas, el ganado vacuno. Además, existe un riesgo de las fuentes de agua que se utiliza para la potabilización para el consumo humano de la población de la parroquia Nuevo Paraíso.

La metodología para diagnosticar la calidad del suelo y la salud del cultivo de maíz utilizando indicadores sencillos. Se utilizan indicadores definidos para los cultivos de maíz de la parroquia Nuevo Paraíso, aunque con pocas modificaciones la metodología es adaptable a una gama de agro ecosistemas en varias regiones del país. Los indicadores aquí descritos en la investigación son relativamente fáciles y prácticos de manejar por agricultores, además de:

- Ser relativamente eficaces y fácil de interpretar.
- Ser suficientemente sensitivos para reflejar cambios en aspectos ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo.
- Ser capaces de integrar propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Permite relacionar con procesos del ecosistema, para capturar la relación de la diversidad vegetal y estabilidad (Altieri,1994).

JUSTIFICACIÓN

La contaminación del suelo y agua en las comunidades del cantón Puerto Francisco de Orellana, es uno de los problemas más destacados, debido a los derrames de petróleo, el deterioro por el monocultivo y la erosión del suelo, en la contaminación del suelo y agua provocada por utilizar fertilizantes para sus diferentes cultivos en especial en el maíz, por ser uno de los productos más cultivados en el sector.

En la asociación de campesinos de la Parroquia Nuevo Paraíso de la comunidad Unión Chimborazo, se está teniendo problemas en el área productiva, por lo cual los moradores de la parroquia han dado a conocer que la productividad ha disminuido por motivos de deterioro del suelo y la calidad del agua, ya que no se manejan de manera correcta y su riesgo ambiental de contaminación y los factores ambientales biótico y abiótico debido al mal uso de los fertilizantes en los cultivos. La persistencia (resistencia química a la degradación) de los fertilizantes favorece la contaminación de las aguas, la incorporación a los suelos, vegetales y comestibles, los mismos que al ser consumidos actúan como transportadores de los fertilizantes facilitando su acumulación en los organismos vivos.

Sin embargo, los suelos son el fundamento para la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, suministrando a las plantas los suficientes nutrientes, agua y el soporte para sus raíces. Los suelos de la Comunidad Unión de Chimborazo funcionan como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la Tierra; contienen la mayoría de carbono que toda la vegetación sobre la tierra, por lo tanto, sistematizan la emisión de dióxido de carbono y otros gases que provocan efecto invernadero.

De la misma manera los residuos y desechos producidos, los fertilizantes, vuelven al agua, al suelo, a la flora y fauna provocando el reciclamiento del ciclo, la pérdida de la biodiversidad y la pérdida de todos los recursos.

Por lo tanto, la permanencia en el ambiente, la incorporación de cadenas tróficas, la acumulación en los tejidos grasos humanos, en animales y la biomagnificación; con la ejecución de la presente investigación, se realizará la evaluación de la calidad del suelo y de qué manera controlar el excesivo y mal uso de fertilizante, deyecciones animales y plaguicidas, que provocaron en muchos casos contaminación del agua suelo y aire, además de inconvenientes en la salud de las personas y dudosa calidad de los productos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad el suelo utilizado en la siembra de maíz en la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo utilizados en la siembra.
- Establecer los parámetros a distintas concentraciones de fertilizantes adicionadas al suelo.
- Evaluar la calidad del suelo utilizado en la siembra de maíz.

HIPÓTESIS

La utilización de fertilizantes en distintos tipos de campos para cultivos agrícolas de maíz causan efectos positivos en la calidad el suelo en la parroquia nuevo paraíso del cantón Francisco de Orellana

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Análisis económico del problema de la contaminación del suelo por la utilización de plaguicidas en las actividades agrícolas. Así, mediante una revisión bibliográfica analítica, se realiza un reconocimiento de la normativa ambiental nacional e internacional en torno al control de la contaminación del suelo. (Silva & Correa, 2009)

Comentan Moreno & López, (2005) que la propuesta de periodización histórica del uso de plaguicidas y otros agroquímicos en el valle de Mexicali, tomando en cuenta la evolución del desarrollo agrícola en la mencionada región y su contexto. La utilización de una variedad de productos químicos en la agricultura ha sido resultado de la aplicación de los modelos tecnológicos industriales que se han adoptado desde principios de siglo, especialmente de las sugerencias de la “revolución verde”. (pág. 13). Según Leal et. al (2014), comentan que el objetivo de los trabajos de verificación de nutrientes en suelos fue verificar la presencia de los POC's en suelos de las principales zonas agrícolas (ZA) del estado de Sonora. (pág. 5)

1.2 Suelo

La definición según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2017), se define como “el medio natural para el crecimiento de las plantas”, otra de sus definiciones importantes dice también que es “un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua”, por ende es el lugar donde se produce la vida en el planeta.



Figura 1.1. Descripción del suelo

Fuente: (Banco Atlas, 2017)

1.2.1 Manejo del Suelo

El suelo es el que sostiene la mayoría de los organismos vivos en el planeta como la principal fuente de nutrientes minerales. El buen manejo de la composición de los suelos asegura que los elementos minerales no se convierten deficientes o tóxicos para las plantas y de esta forma que se introduzcan en la cadena alimentaria. (FAO , 2015)

Un buen manejo de los suelos afirma su adecuada nutrición y por ende la protección garantizando cosechas en un sinnúmero de productos convenientes para la alimentación de la familia y para la generación de mejores ingresos FAO, (2015). La manera más adecuada de alimentar y proteger el suelo es proveer regularmente materia orgánica o compost y mantenerlo cubierto con plantas de algunas variedades. El sistema de cultivo en estratos es recomendable puesto que se utiliza una composición de árboles y plantas de diferentes tiempos de maduración, por esta razón lo que protege el suelo y recicla los nutrientes. (pág. 1)

1.2.2 Degradación del Suelo

FAO, (2015), define como el cambio del estado de la salud del suelo implicando en una capacidad reducida del ecosistema para proporcionar bienes y servicios para sus beneficiarios directos e indirectos.

Tabla 1.1. Factores de degradación del suelo

N°	Factores	Definición
1	Degradación física	Los procesos físicos son erosión (hídrica y eólica), deterioro de la estructura, compactación y piso de arado, causando el arrastre de materiales finos del suelo a una profundidad próxima a los 30 cm de profundidad, creando una capa densa, muy dura, poco penetrable por el agua.
2	Degradación química	Aquí se presenta pérdida de fertilidad y de materia orgánica, salinización y alcalinización. La salinización natural del suelo es asociada a condiciones climáticas de aridez y a la presencia de materiales originales ricos en sales que “en cierto grado aceptable para la planta” favorece la aglutinación de las partículas del suelo, volviéndose más permeable, aumentando el crecimiento radicular y aumentando la aireación. El suelo se degrada por sales cuando se aplican cantidades excesivas de fertilizantes o se riega con agua rica en sales.
3	Degradación biológica	El suelo es un hábitat lleno de diversidad biológica formada por grupos microbianos que lo habitan tales como hongos, actinomicetos, bacterias, protozoos, etc., que mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica. Sus procesos de antagonismo o sinergia permiten un balance entre poblaciones dañinas y benéficas, disminuyendo ataques de plagas y enfermedades. La degradación se da cuando se hacen quemadas, se usan cubiertas plásticas o se desinfecta el suelo con agroquímicos provocando que estos organismos biológicos mueran.

Fuente: (Uribe, 2012)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.2.3 Mejoramiento del Suelo

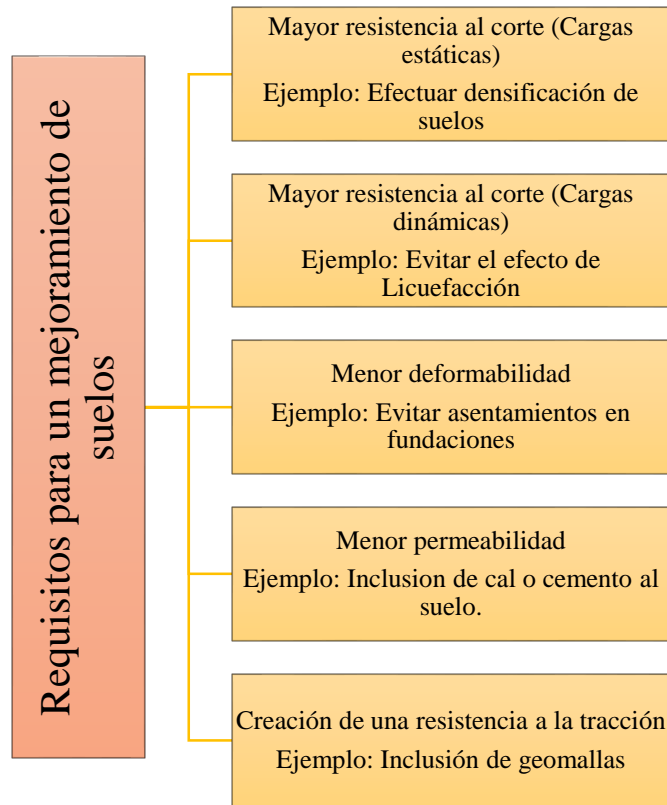


Figura 2.1. Requisitos para el mejoramiento de suelos
Fuente: (Soletanche BAchy, 2017)

En primer lugar, se debe considerar un buen plan de manejo apropiado de suelos problemáticos o que se encuentren en zonas de alto riesgo. De la misma manera se incluye el mejoramiento de suelos degradados mediante factores como la prevención, mitigación y rehabilitación de suelos afectados. (FAO , 2015)

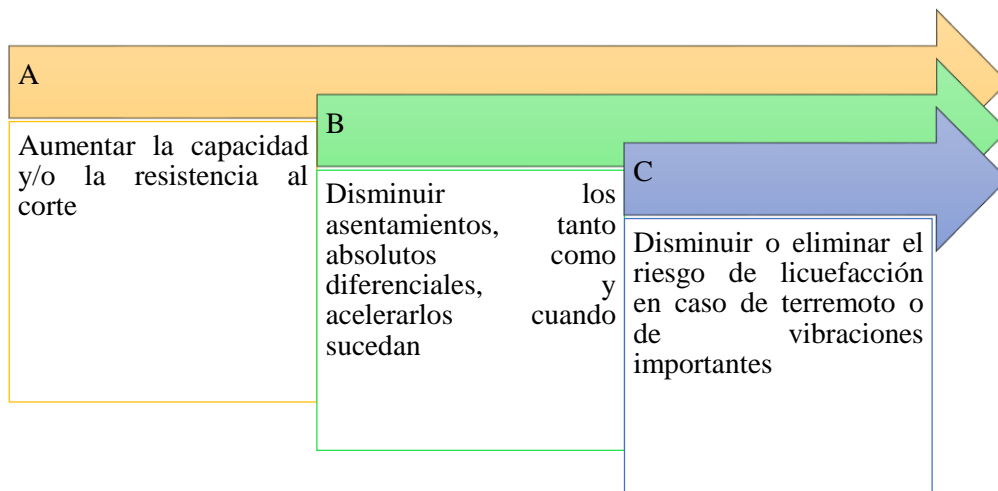
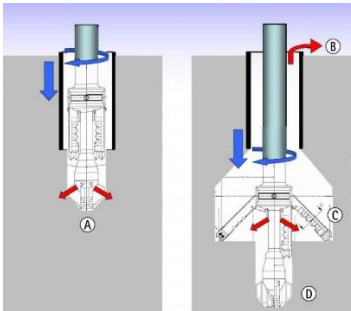
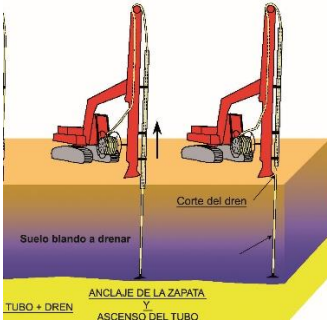
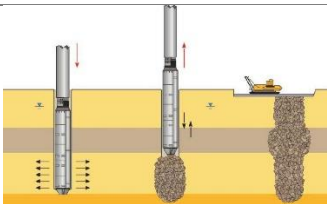


Figura 3.1. Finalidad de la inclusion en el suelo
Fuente: (FAO , 2015)

Soletanche, (2017), menciona que las técnicas de mejoramiento de suelos radican en modificar las tipologías de un suelo por una acción física (vibraciones, minerales, etc.) o también por la inclusión de una la mezcla en el suelo con un material más resistente, con la finalidad de realizar las definiciones del Gráfico 3.1.

Tabla 2.1. Técnicas de mejoramiento del suelo

Técnicas	Descripción	Ilustración
Compactación dinámica y columnas de balasto	<p>Este método permite tratar el suelo en profundidad, a través de acciones en la superficie. La consolidación dinámica provoca una compactación de suelos granulares. El principio consiste en dejar caer, en caída libre y de manera repetida una masa de varias decenas de toneladas desde una altura de decenas de metros.</p> <p>En terrenos cohesivos, se procede a la incorporación de balasto en el suelo, realizando de esta manera las columnas de balasto.</p>	
Drenes verticales	<p>Los drenes verticales se utilizan para el mejoramiento del suelo anegado. La técnica consiste en hundir verticalmente en el suelo, según una malla regular, un dren prefabricado. Durante la puesta en carga del suelo, los drenes facilitan la evacuación del agua de los poros de la superficie, permitiendo una rápida consolidación de los suelos tratados. La sobrecarga se proporciona por un terraplén de la pre-carga, o por otros métodos.</p>	
Vibro flotación	<p>El vibro flotación, (a veces llamado vibro compactación), se aplica principalmente a suelos granulares, no cohesivos, como arena y grava.</p> <p>Las vibraciones generar un fenómeno temporal de la licuefacción del suelo que rodea el vibrador. En este estado, las fuerzas intergranulares son casi nulas, y los granos se reorganizan en una configuración más densa que mejora las propiedades mecánicas. Esta técnica es comúnmente aplicada a gran escala para la compactación de terraplenes de arena ganados al mar mediante relleno hidráulico.</p>	
Columnas balastadas	<p>La técnica de las columnas balastadas es una extensión de la vibroflotación a los terrenos</p>	

que contienen capas de limo o arcilla, cuyos elementos se pueden variar por la vibración. Las columnas balastadas permiten tratar estos suelos por incorporación de materiales granulares (generalmente llamado balasto) compactados por etapas. Estas columnas también se pueden hacer de mortero o cemento.



También sirven para drenar y permitir una aceleración del proceso natural de consolidación. En zona sísmica, reducen los riesgos de licuefacción.

Inclusiones

Utilizable para fundar todo tipo de obras en suelo compresible de cualquier tipo, este método reduce en gran medida los asentamientos.

Las inclusiones son generalmente verticales y dispuestas en una malla regular. Deben presentar características intrínsecas de la deformación y rigidez, compatibles con el suelo circundante y las estructuras que deben soportar.

Distintos métodos de aplicación (perforación con o sin rechazo, golpeo, vibración) y distintos tipos de materiales (balasto, la mezcla de grava, suelo-cemento y todo tipo de mortero o de hormigón) se pueden utilizar con el fin de lograr un sistema de fundaciones superficiales de bajo costo, en lugar de un sistema de fundaciones profundas.



Fuente: (Soletanche BAchy, 2017)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.2.4 Biodiversidad del Suelo

La biodiversidad del suelo se precisa como la variación de la vida existente en el suelo, desde genes a comunidades, y la variedad en hábitats del suelo, desde micro agregados a paisajes enteros y extensas vegetaciones.

El suelo es uno de los ecosistemas más importantes de la naturaleza; contiene organismos que interactúan y contribuyen a los ciclos globales que hacen posibles la vida.

Un suelo sano típico se puede encontrar 1000 especies de invertebrados en un metro cuadrado de suelos forestales y ellos pueden contener puede contener:



Figura 4.1. Especies que contiene el suelo.

Fuente: (Portal de Suelos de la FAO, 2017)



Figura 5.1. Organismos del suelo funcionales para el ecosistema.

Fuente: (Portal de Suelos de la FAO, 2017)

1.3 Calidad del suelo

De acuerdo a EcuRed, (2017), con respecto a la calidad del suelo comenta que el suelo es un recurso dinámico que sustenta la vida de las plantas. Regula la distribución del agua de lluvia y de irrigación, acumula nutrientes y otros elementos, e interviene como un filtro que protege la calidad del agua, del aire y de otros recursos. (pág. 1)

La calidad del suelo está directamente relacionada con la capacidad de un tipo específico de suelo con la finalidad de funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o tratado para sostener la productividad de plantas y animales, de esta manera mantener o mejorar la calidad de la

interrelación de los sistemas agua y del aire, y sustentar la salud humana y su morada. (EcuRed, 2017)

1.3.1 Indicadores de los índices de calidad

Los indicadores para la salud del cultivo se refieren al aspecto del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, crecimiento del cultivo y raíces, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, así como rendimiento potencial. Las observaciones acerca de niveles de diversidad vegetal (malezas dominantes y número de especies de árboles de sombra), diversidad genética (número de variedades de maíz), diversidad circulante de la vegetación, y tipo de manejo del sistema, de esta manera se hacen para evaluar el estado de salud de la infraestructura ecológica del maíz, asumiendo que un cultivo de maíz con mayor diversidad vegetal y genética. (Guharay et al.2001)

Los principales indicadores de calidad del suelo alcanzan ser propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos los mismos que suceden en él, los indicadores son aquellos que deben permitir: analizar la situación actual e identificar los puntos críticos en proporción al desarrollo sostenible; posteriormente analizar los posibles impactos antes de realizar una intervención; monitorear la intervención de las situaciones antrópicas; y ayudar a establecer si el uso del recurso es sostenible. (EcuRed, 2017)

Es preciso mencionar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo sean consideradas como los principales indicadores de calidad deben cubrir varias condiciones.

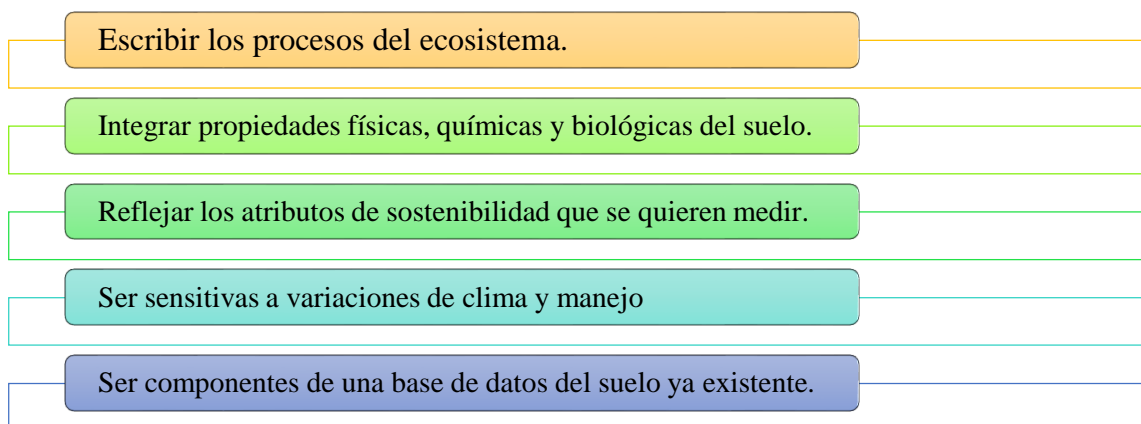


Figura 6.1. Condiciones de los indicadores de calidad
Fuente: (EcuRed, 2017)

Tabla 3.1. Indicadores físicos

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes, comparaciones para evaluación
-----------	--	--

Textura	Retención y transporte de agua y minerales; erosión.	% (arena, limo y arcilla); pérdida de sitio o posición del paisaje
Profundidad (suelo superficial y raíces)	Estimación del potencial productivo y de erosión	cm; m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión	min/2,5cm agua; g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Contenido en humedad, transporte, erosión, humedad aprovechable, textura, materia orgánica	% (cm ³ /cm ³); cm humedad aprovechable/30cm; intensidad de precipitación (mm/h)
Estabilidad de agregados	Erosión potencial de un suelo, infiltración de agua	% (agregados estables)

Fuente: (EcuRed, 2017)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

Tabla 4.1. Indicadores químicos

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
Contenido en materia orgánica	Fertilidad de suelo, estabilidad y grado de erosión, potencial productivo	kg (C ó N)/ha
pH	Actividad química y biológica	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
Conductividad eléctrica	Actividad microbiológica y crecimiento de plantas	dS/m; comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
N, P, K extraíbles	Disponibilidad de nutrientes para las plantas, indicadores de productividad y ambiente	kg/ha; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos
Capacidad de intercambio catiónico	Fertilidad del suelo, potencial productivo	mol/kg
Metales pesados disponibles	Niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas y la calidad del cultivo	Concentraciones máximas en agua de riego

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018 Fuente: (EcuRed, 2017)

Fuente: (EcuRed, 2017)

Tabla 5.1. Indicadores biológicos

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
------------------	---	--------------------------------------

Contenido de biomasa microbiana	Potencial catalizador microbiano, reposición de C y N	kg (C o N)/ha relativo al C, N total o al CO ₂ producido
Nitrógeno mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N	kg N·ha-1·día-1 relativo al C, N total
Aireación, contenido en agua, temperatura	Medición de la actividad microbiológica	kg C·ha-1·día-1 relativo a la actividad de la biomasa microbiana; pérdida de C contra entradas al reservorio total de C
Contenido de lombrices	Actividad microbiana	Número de lombrices
Rendimiento del cultivo	Producción potencial del cultivo, disponibilidad de nutrientes	kg producto/ha

Fuente: (EcuRed, 2017)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.4 Evaluación de la calidad del suelo

Cantú et. al. (2007), mencionan que en el contexto de evaluación de tierras la evaluación de suelos se enfoca en la combinación de exigencias específicos de la utilización de la tierra con las propiedades del suelo. No obstante, los mismos principios se suelen emplear para otros fines de manejo de tierras.

“Uno de los objetivos por la cual muchos agricultores realizan una conversión desde un sistema de café convencional de monocultivo manejado con insumos agroquímicos, a un sistema más diversificado con árboles de sombra, es lograr una producción de calidad y estable, poco dependiente de insumos extremos, de manera de bajar los costos de producción y a la vez conservar los recursos naturales de la finca, tales como suelo, agua y a agrobiodiversidad (Altieri 1995).

El objetivo final de los investigadores que desarrollan y promueven técnicas de manejo orgánico, es llegar a diseñar agroecosistemas que posean una alta resistencia a plagas y enfermedades, una alta capacidad de reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad (Gliessman 1998). Un sistema más diversificado, con un suelo rico en materia orgánica y biológicamente activo, se considera un sistema no degradado, robusto y productivo. En otras palabras, un agroecosistema de café rico en biodiversidad, la cual a partir de una serie de sinergismos subsidia la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad del sistema, se dice ser sustentable o saludable (Fernández y Muschler1999).

Uno de los desafíos que enfrentan tanto agricultores, como extensionistas e investigadores es saber cuándo un agroecosistema es saludable, o más bien en qué estado de salud se encuentra

después de iniciada la conversión a un manejo agroecológico. Investigadores que trabajan en agricultura sostenible, han ideado una serie de indicadores de sostenibilidad para evaluar el estado de los agroecosistemas (Gómez et al. 1996, Masera et al. 1999). Algunos indicadores desarrollados, consisten en observaciones o mediciones que se realizan a nivel de finca para ver si el suelo es fértil y conservado, y si las plantas están sanas, vigorosas y productivas. En otras palabras, los indicadores sirven para tomarle el pulso al agroecosistema.

En este artículo presentamos una metodología para diagnosticar en cafetales la calidad del suelo y la salud del cultivo usando indicadores sencillos. Se utilizan indicadores específicos para los cafetales de la zona de Turrialba, Costa Rica, aunque con pocas modificaciones la metodología es aplicable a una gama de agroecosistemas en varias regiones. Los indicadores aquí descritos se eligieron porque son relativamente fáciles y prácticos de utilizar por agricultores, además de:

- Ser relativamente certeros y fácil de interpretar.
- Ser suficientemente sensitivos para reflejar cambios ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo.
- Ser capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Poder relacionarse con procesos del ecosistema, como por ejemplo capturar la relación entre diversidad vegetal y estabilidad de poblaciones de plagas y enfermedades (Altieri,1994).

No hay duda que muchos agricultores cafetaleros poseen sus propios indicadores para estimar la calidad del suelo o el estado fitosanitario de su cultivo. Algunos reconocen ciertas malezas que indican por ejemplo un suelo ácido o infértil. Para otros la presencia de lombrices de tierra es un signo de un suelo vivo, y el color de las hojas refleja el estado nutricional de las plantas. En una zona como Turrialba, se podría compilar una larga lista de indicadores locales, el problema es que muchos de estos indicadores son específicos de sitio y cambian de acuerdo al conocimiento de los agricultores o a las condiciones de cada finca. Por esto es difícil realizar comparaciones entre fincas, usando resultados provenientes de indicadores diferentes.

Con el objetivo de superar esta limitante, hemos seleccionado indicadores de calidad de suelo y de salud del cultivo, relevantes a los agricultores y a las condiciones biofísicas de los cafetales de la zona de Turrialba, Costa Rica. Con estos indicadores ya bien definidos, el procedimiento para medir la sostenibilidad es el mismo, independiente de la diversidad de situaciones que existen en las diferentes fincas de la región diagnosticada.

La sostenibilidad se define entonces como un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser satisfechos por cualquier finca, independiente de las diferencias en manejo, nivel económico,

posición en el paisaje, etc. Como todas las mediciones realizadas se basan en los mismos indicadores, los resultados son comparables de manera que se puede seguir la trayectoria de un mismo agroecosistema a través del tiempo, o realizar comparaciones entre fincas en varios estados de transición.

Quizás lo más importante es que una vez aplicados los indicadores, cada agricultor puede visualizar el estado de su finca observando que atributos del suelo o de la planta andan bien o mal en relación a un umbral preestablecido. Cuando la metodología se aplica con varios agricultores, se puede visualizar las fincas que muestran valores tanto bajos como altos de sostenibilidad. Esto es útil para que los agricultores entiendan porque ciertas fincas se comportan ecológicamente mejor que otras, y que hacer para mejorar los valores observados en fincas con valores menores.

1.4.1 Los indicadores de sostenibilidad

Una vez definidos los requerimientos de sostenibilidad de los cafetales (diversidad de cultivos, suelo cubierto y rico en materia orgánica, baja incidencia de enfermedades, etc.), se seleccionaron 10 indicadores de calidad de suelo y 10 de indicadores de salud del cultivo. Estos indicadores fueron discutidos con agricultores miembros de la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba (APOT) y validados con los agricultores en cinco fincas de miembros de APOT, por los autores de este trabajo y por 18 profesionales que atendieron un curso internacional de Agroecología realizado en CATIE, Turrialba del 20-25 de agosto del 2001.

Cada indicador se estima en forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor moderado o medio y 10 el valor más preferido) de acuerdo a las características que presenta el suelo o el cultivo según atributos a observar para cada indicador. Por ejemplo, en el caso del indicador estructura de suelo, se asigna un valor 1 a aquel suelo que es polvoso, sin gránulos (o agregados) visibles, un valor 5 a un suelo con algo de estructura granular, y cuyos gránulos se rompen fácil bajo una suave presión con los dedos, y un valor 10 a un suelo fiable y granulosos. Con agregados que mantienen su forma aun después de humedecidos y sometidos a una presión leve. Por supuesto que se pueden asignar valores entre 1 y 5 o 5 y 10, según las características observadas. Cuando un indicador no es aplicable para la situación, simplemente no se mide, o se reemplaza si es necesario por otro que el investigador y el agricultor estimen más relevante.

También en la medida que el usuario se familiariza con la metodología, las observaciones se pueden hacer más agudas usando algunos instrumentos adicionales. Por ejemplo, en el caso del indicador 10 de calidad de suelo, además de observar directamente signos de actividad biológica (presencia de invertebrados y lombrices), es posible aplicar un poco de agua oxigenada a una

muestra de suelo y ver el grado de efervescencia. Si hay poca o nada de efervescencia, esto indica que ese suelo tiene poca materia orgánica y poca actividad microbiana. Cuando hay bastante efervescencia, entonces el suelo es rico en materia orgánica y en vida microbiana.

Los indicadores de salud del cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, crecimiento del cultivo y raíces, así como rendimiento potencial. Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de especies de árboles de sombra, e incluso malezas dominantes), diversidad genética (número de variedades de café), diversidad de la vegetación natural circundante, y tipo de manejo del sistema (como ejemplo: en transición a orgánico con muchos o pocos insumos externos) se hacen para evaluar el estado de la infraestructura ecológica del cafetal, asumiendo que un cafetal con mayor diversidad vegetal y genética, un manejo diversificado que aprovecha las sinergias de la biodiversidad y que está rodeado por vegetación natural tiene condiciones de entorno más favorables para la sostenibilidad (Guharay et al.2001).

Una vez que se asignan los valores a cada indicador, se suman los valores obtenidos y se divide por el número de indicadores observados, y se saca un valor promedio de calidad de suelo y otro de salud del cultivo. Las fincas que den valores de calidad de suelo y o de salud del cultivo inferior a 5 se consideran que están por debajo del umbral de sostenibilidad, y que por lo tanto ameritan manejos que corrijan aquellos indicadores que exhiben valores bajos.

Los valores de los indicadores son más fáciles de observar graficando los valores observados en cada finca en una figura tipo ameba, en la que es posible visualizar el estado general de la calidad del suelo o la salud del cultivo, considerando que mientras más se aproxime la ameba al diámetro del círculo (valor 10) más sostenible es el sistema. La ameba permite también observar que indicadores están débiles (bajo 5) de manera de poder priorizar el tipo de intervenciones agroecológicas necesarias para corregir ciertos atributos del suelo, el cultivo o el agroecosistema. A veces interviniendo para corregir un solo atributo (incrementando la diversidad de especies o el nivel de materia orgánica en el suelo) es suficiente para corregir una serie de otros atributos. La adición de materia orgánica, por ejemplo, además de incrementar la capacidad de almacenamiento de agua, puede aumentar la actividad biológica del suelo, la que a su vez puede mejorar la estructura del suelo

Los promedios de varias fincas se pueden graficar, permitiendo visualizar el estado de las fincas en relación al umbral 5 de calidad de suelo y salud de cultivo. Esto permite identificar además las fincas que presentan promedios altos, transformándose así en una especie de faros agroecológicos, en los cuales será importante entender cuáles son las interacciones y sinergismos ecológicos que explican porque el sistema funciona bien.

Lo clave aquí no es tanto que los agricultores copien las técnicas que usa el agricultor faro, sino más bien que emulen los procesos e interacciones promovidos por la infraestructura ecológica de esa finca, que conllevan al éxito del sistema desde el punto de vista de calidad de suelo y salud fitosanitaria. Puede ser que en la finca faro la clave es la alta actividad biológica o la gran cobertura viva del suelo. Los agricultores circundantes no necesariamente tienen que usar el mismo tipo de compost o cobertura que el agricultor faro, más bien deben usar técnicas a su alcance pero que conlleven a optimizar los mismos procesos”.

1.4.2 Usos de la guía

Tipo de evaluación

Esta guía se puede utilizar de varias maneras teniendo en cuenta las necesidades de los productores o técnicos que la aplican, como parte de la evaluación de la sostenibilidad (Sárandon, 2002).

Las maneras generales de utilizar la guía, son:

- Hacer una evaluación puntual per se, de una finca sin comparaciones en el tiempo ni el espacio.
- Hacer mediciones periódicas a lo largo del tiempo, para monitorear cambios o tendencias en la calidad del suelo y los cultivos, debido a un sistema de manejo establecido constantemente para una parcela, finca o conjunto de fincas similares.
- Comparar los valores medidos obtenidos en una finca o conjunto de fincas similares, con los valores de una condición de calidad de suelos y cultivos considerada como estándar o de referencia.
- Realizar comparaciones entre distintos sistemas de manejo para determinar sus respectivos efectos sobre la calidad del suelo y de los cultivos, bien sea dentro de áreas similares dentro de una finca, o entre fincas similares dentro de una región.
- Realizar mediciones en una finca o conjunto de fincas similares, comparativamente con las condiciones del ecosistema natural predominante en la región.

En la Parte 1, el proceso como tal es guiado por los distintos formatos elaborados para la implementación metodológica, y siguen un orden que facilita a los productores y técnicos de apoyo, realizar el ejercicio de evaluación.

En la Parte 2.” Indicadores y Clases descriptivas”, se presentan 20 indicadores, unos con explicación extensa y otros de manera resumida. Para todos se presentan las tablas denominadas “Clases Descriptivas del Indicador”, en las cuales se explican de manera agrupada la combinación de los distintos criterios tenidos en cuenta para valorar el indicador y de esa manera colocar el rango de 1 a 10, que se considera adecuado.

Las distintas clases no se valoran previamente con un rango, debido a que son los productores con su conocimiento del entorno local y experiencia, los que mejor pueden valorar cada clase, teniendo en cuenta la particularidad de los cultivos y prácticas de manejo.

Por otro lado, al listar las distintas clases descriptivas no significa que la asignación de los rangos se debe realizar en el mismo orden, ya que hay valoraciones lineales y no lineales según el requerimiento óptimo para un cultivo o agroecosistema específico (Rossiter y otros,1995).

Tabla 6.1. Índices de calidad del suelo

Índice de calidad de suelos	Escala	Clases
Muy alta calidad	0,80-1,00	1
Alta calidad	0,60-0,70	2
Moderada calidad	0,40-0,59	3
Baja calidad	0,20-0,39	4
Muy baja calidad	0,00-0,19	5

Fuente: (CANTÚ, BECKER, BEDANO, & SCHIAVO, 2007)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

Tabla 7.1. Indicadores e índice de calidad del suelo

Indicador	Valor indicador
C orgánico	0,18
pH	0,57
Saturación de bases	0,98
Agregados estables en agua	0,32
Velocidad de infiltración	0,33
Densidad aparente	0,56
Espesor horizonte A	0,32
Índice de calidad del suelo	0,47

Fuente: (CANTÚ, BECKER, BEDANO, & SCHIAVO, 2007)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

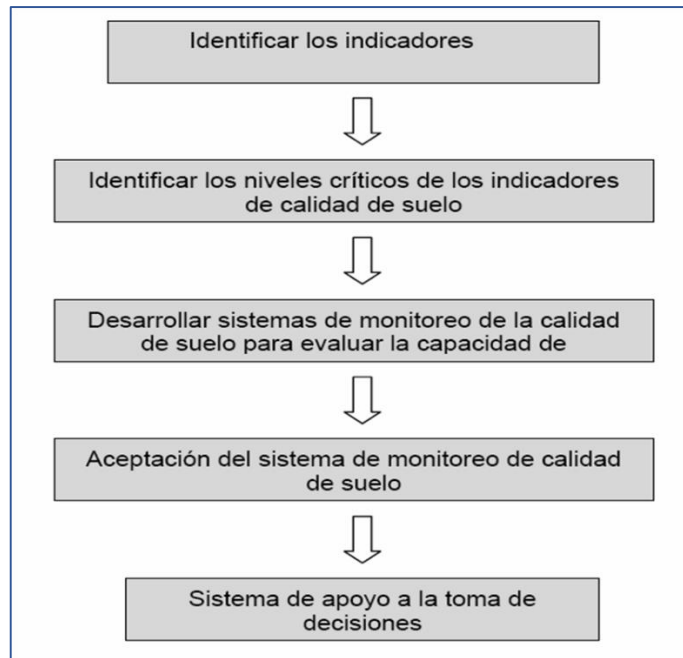


Figura 7.1. Proceso de evaluación de la calidad del suelo
Fuente: (García & Rodríguez, 2012)

1.5 Nutrientes del suelo

En el área de la geología, los nutrientes se denominan sustancias químicas que se disuelven en la humedad del suelo, las mismas que son indispensables para el crecimiento y desarrollo normal de todo tipo de plantas. Los nutrientes más importantes o vitales son 13 elementos conocidos como minerales. Son indispensables, porque si un suelo contiene cero gramos de uno de los elementos, las plantas no crecen. (Banco Atlas, 2017)

Tabla 8.1. Clasificación de los nutrientes esenciales

N°	Nutrientes	Componente	Símbolo
MACRONUTRIENTES	PRIMARIOS	Nitrógeno	N
		Fósforo	P
		Potasio	K
	SECUNDARIOS	Azufre	S
		Magnesio	Mg
		Calcio	Ca
MICRONUTRIENTES	ÚNICOS	Cinc	Zn
		Hierro	Fe
		Manganeso	Mn

		Cobre	Cu
		Cloro	Cl
		Boro	B
		Molibdeno	Mo

Fuente: (Banco Atlas, 2017)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

Por definición cabe resaltar que los macronutrientes son asimilados por todos los tipos de plantas en cantidades mayores que los micronutrientes. Son indispensables los macronutrientes primarios para el proceso de transferencia de energía de las mismas y, también, se componen en los componentes fundamentales de la vida vegetal, como son ácidos nucleicos, proteínas y clorofila.

A continuación, se mencionan los macronutrientes primarios que son los indispensables para la vegetación.

1.5.1 Nitrógeno

Este nutriente es fácilmente accesible a los microorganismos y es descompuesto de manera rápida; una segunda parte, el humus, es estable biológica y físicamente y, por ende, es más resistente a la acometida de los microorganismos, descomponiéndose con más lentitud. (Morell, 2007)

Banco Atlas, (2017), menciona que la falta de nitrógeno en una planta presenta características como: sus hojas no tienen el color verde característico, y se vuelven amarillentas. Un ejemplo claro es que “la planta de maíz que no tiene nitrógeno está siempre amarillenta, el centro de las hojas cambia de color y finalmente muere, por la incapacidad de producir clorofila”.

Tabla 9.1. Fuentes de nitrógeno

Fuentes	Característica
La materia orgánica	Incluye cualquier tipo de materia orgánica: desechos vegetales, estiércol, plantas leguminosas, etc. En cada 100 kg de materia orgánica hay entre 1.5 a 2 kg de materia orgánica. Desechos vegetales: Son plantas verdes que se encuentran en el terreno y se incorporan a través de un barbecho. Estiércol: Es el mejor abono para las plantas. El mejor estiércol es el de las aves de corral; sin embargo, la alimentación del animal y el cuidado del estiércol influyen mucho para el buen aprovechamiento.

El aire	Es la fuente más rica en nitrógeno, pero la menos aprovechada por las plantas. Las que mejor toman el nitrógeno del aire son las leguminosas, porque en sus raíces viven unos microorganismos que absorben el elemento del aire y lo introducen en la tierra para que las plantas puedan asimilarlo. Entre ellas se encuentran: ebo, fríjol, haba, chícharo, canavalia o fríjol terciopelo, tamarindo, jamaica, maíz.
Los fertilizantes químicos	Son abonos de nitrógeno en forma de amonio. Entre ellos, el nitrato de amonio y el yeso agrícola.
Relámpagos y lluvia	También proveen de nitrógeno a los vegetales. El hombre no puede controlar la lluvia, pero conociendo su distribución en un área determinada, puede planificar la fecha de siembra para que el cultivo tenga disponibilidad de humedad cuando la necesite

Fuente: (Banco Atlas, 2017)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.5.2 Fosforo

Espinosa, (2004), esclarece que es un elemento químico esencial para el crecimiento continuo de las plantas. El fósforo (P) solo se encuentra en su estado natural en estado de combinación química, estableciendo diversos compuestos; nunca se encuentra como un elemento libre en el medio.

Uno de los síntomas de la deficiencia del fósforo en las plantas incluyen retrasos en el crecimiento de las mismas, coloración púrpura oscura de las hojas más viejas, demora en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. Fertilicer Managment, (2016). En la mayoría de las plantas estos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2%.

1.5.3 Potasio

Es el tercer elemento esencial primario o macroelemento, indispensable para el crecimiento de las plantas. (Espinosa, 2004)

El potasio es un nutriente fundamental para las plantas y es requerido en magnas cantidades para el desarrollo y la reproducción de todas las plantas. Fertilicer Managment, (2016). El potasio principalmente afecta la forma, tamaño, color y también sabor de la planta y a otras medidas son atribuidas en el producto y su calidad.

Tabla 10.1. Función del potasio en las plantas

N	Cualidades
a	Las plantas absorben el potasio en su forma iónica K^+
b	En la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO_2
c	En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta.
d	El potasio desempeña un rol importante en la regulación del agua en las plantas (osmo-regulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, se ven afectados por el potasio.
e	El potasio también mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico.
d	La síntesis de proteínas y de almidón en las plantas requiere de potasio.

Fuente: (Fertilizer Management, 2016).

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.6 Necesidad de fertilizantes

Los nutrientes que requieren las plantas se sustraen del aire y del suelo. Si el medio que suministra de nutrientes en el suelo es relativamente extenso, los cultivos seguramente crecerán de mejor manera y producirán mejores rendimientos. Sin duda también, si aún uno solo de los nutrientes exactos es insuficiente, el desarrollo de las plantas es limitado y los rendimientos de la mayoría de los cultivos son reducidos. En síntesis, a fin de conseguir rendimientos altos, son muy importantes los fertilizantes para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están siendo escasos. Con la utilización de los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden casi siempre menudo duplicarse o más aún triplicarse en la mayoría de casos. Los resultados de miles de ensayos y demostraciones llevados a cabo en las fincas de los agricultores en el Programa de Fertilizantes de la FAO, el mismo que cubrió un período de 25 años en 40 países, mostró que el incremento promedio ponderado de excelente tratamiento de fertilizantes para una serie de ensayos de productos cereales alrededor del 60 por ciento. (Fertilizer.org, 2002)

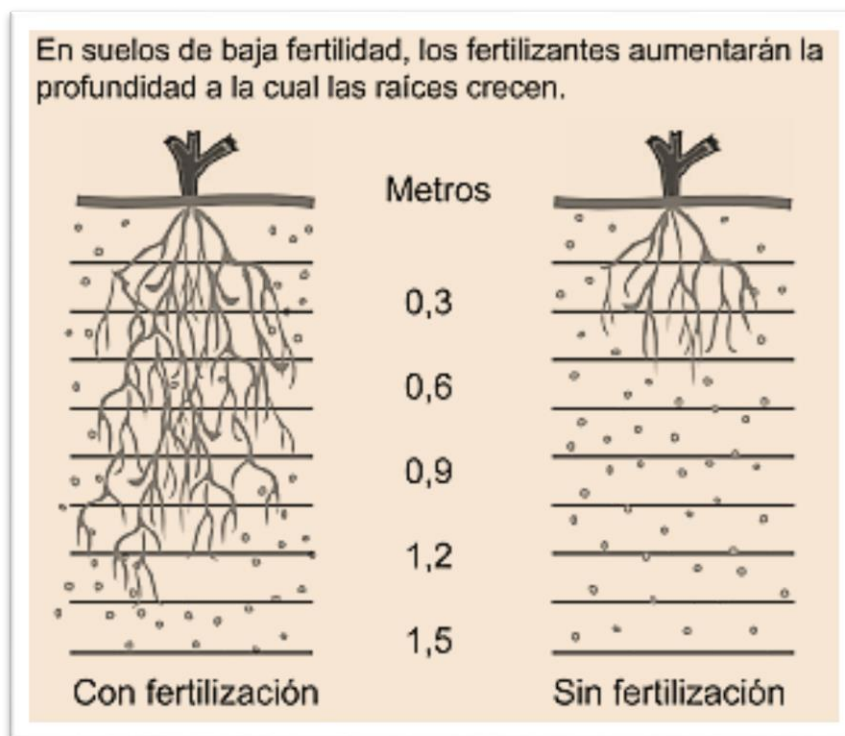


Figura 8.1. Profundidad de las raíces de las plantas
Fuente: (FAO , 2015)

La eficiencia de los fertilizantes y la relación directa con los rendimientos en un suelo singular puede ser fácilmente detallada añadiendo diferentes cantidades de fertilizantes en varias parcelas adyacentes con la finalidad de medir y comparar los rendimientos de los cultivos. (Fertilizer.org, 2002)

1.6.1 La reacción del suelo y el encalado

La reacción del suelo y el encalado es otro factor muy importante para la productividad y fertilidad del suelo y el crecimiento de la vegetación en el mismo. Unidades de pH indican toda la reacción del suelo. Fertilizer.org, (2002), Un pH que se encuentre en siete significa que la tierra es químicamente neutral; cuando los valores son bajos significan que el suelo se encuentra ácido (con una enorme concentración de iones hidrogenados (H^+) en el complejo de adsorción) y cuando los valores son mucho más elevados estos indican alcalinidad un poco excesiva[una predominancia de calcio (Ca^{2+}) y /o de cationes de sodio (Na^+). (pág. 27)

Fertilizer.org, (2002), argumenta que el valor pH de suelos se consideran normalmente productivos y normales, cuando su valor oscila entre cuatro y ocho y este tiene que ser estimado como una característica netamente del suelo. “Su óptimo es fijado por la etapa de progreso del suelo y debería no alterarse exorbitantemente”. (pág. 27)



Figura 9.1. Encalado del suelo

Fuente: <http://nebula.wsimg.com>

En los trópicos húmedos, así como es el caso de la región oriental el pH del suelo tiende a ser más bien bajo, es quiere decir que el ácido, a causa del resultado de la lixiviación de lluvias torrenciales. Es algo distinto en los trópicos secos, la reacción del suelo puede ser mucho más alta de siete, es quiere decir que es alcalino, debido a la provisión de elementos alcalinos, así como son el calcio y sodio.

1.7 El suelo y las buenas prácticas agrícolas

Para un mejor manejo del suelo el agricultor mejorará las características anheladas del mismo con un sistema de buenas prácticas agrícolas. Estas prácticas agrícolas corresponderían ser técnicamente verificadas, siendo económicamente atractivas, ambientalmente seguras, factibles en las prácticas y socialmente amigables, para de esta manera asegurar una sostenible y elevada productividad. (Fertilizer.org, 2002)

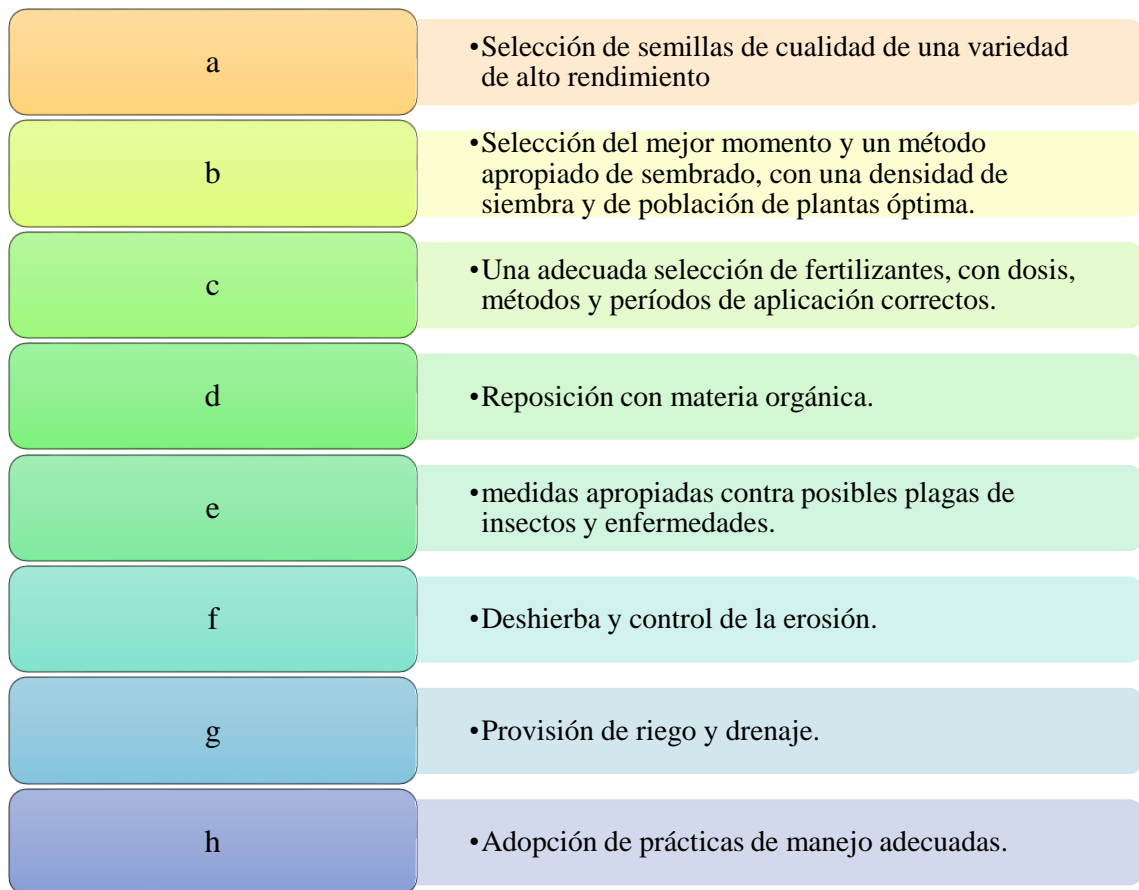


Figura 10.1. Los componentes importantes de las buenas prácticas agrícolas

Fuente: (Fertilizer.org, 2002)

1.8 Recomendaciones de fertilizantes para cultivos seleccionados de acuerdo con sus necesidades

Fertilizer.org, (2002), radica que es de conocimiento general que cultivos diferentes requieren cantidades específicas de ciertos nutrientes. De la misma manera, la cantidad de nutrientes requerida depende en gran parte del rendimiento obtenido (o esperado) de cada tipo de cultivo. Las distintas cantidades de nutrientes extraídas por varios cultivos mundiales con rendimientos relativamente buenos.

Tabla 11.1. Extracción de nutrientes por cultivos Kg/Ha.

	Rendimiento Kg/ha	N	P2O5	P	K2O	K	Ca	Mg	S
Arroz	3000	50	26	11	80	66	-	-	-
	6000	100	50	22	160	183	19	12	10
Trigo	3000	72	27	12	65	54	-	-	-
	5000	140	60	26	130	108	24	14	21
Maíz	3000	72	36	15	54	45	-	-	5

	6000	120	50	22	120	100	24	25	15
Papas	20000	72	140	39	17	190	158	2	4
	40000	120	175	80	35	310	257	-	23
Patatas	15000	70	20	9	110	91	-	-	-
	40000	190	75	33	390	324	28	9	-
Mandioca	25000	161	39	17	136	113	44	16	-
	40000	210	70	31	350	291	57	-	-
Caña de azúcar	50000	60	50	22	150	125	-	-	-
	100000	110	90	39	340	282	-	50	38
Cebollas	35000	215 ²	60	26	130	108	164	19	19
Tomates	40000	60 ²	35	15	80	66	-	-	-
Pepino	35000	224 ²	44	19	97	81	-	18	-
Alfalfa	7000	155 ²	50	22	120	100	-	-	-
Soja	1000	105 ²	15	7	42	35	19	11	12
Enjoles	2400	73	28	12	56	46	6	4	5
Maní	1500	180	63	27	126	105	-	35	30
Algodón									

Fuente: (Fertilizer.org, 2002)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.9 Evaluación del suelo

Fertilizer.org, (2002), afirma que por lo general se realiza un análisis del suelo para lograr determinar cuánto de un nutriente del suelo será disponible para un determinado número de plantas, y cuánto del mismo debería ser adicionalmente aprovechado en la forma de fertilizante mineral para la obtención de un rendimiento de cultivo excelente. (pág. 62)

1.9.1 Cómo hacer un análisis de suelo

Un primordial método de evaluación o análisis de suelo es por el método químico de extracción de nutrientes, el mismo extrae y mide la cantidad de nutrientes aprovechables para los cultivos de una muestra pequeña de suelo la misma que es tomada en la profundidad de la capa trabajable (profundidad arada). Los resultados encontrados están relacionados directamente a los datos de respuesta del cultivo de un determinado tipo al fertilizante de los proporcionados por experimentos en el campo. (Fertilizer.org, 2002)

1.9.2 *Cómo tomar una muestra de suelo*

“La muestra debe tomarse muy cuidadosamente” Fertilizer.org, (2002), es de gran importancia elegir el área específica donde se va a tomar el estrato experimental de la muestra. Considerar que no se debe mezclar distintos tipos de suelos. Si en una determinada parcela de alguna área del suelo parece diferente, o si el crecimiento del cultivo es elocuentemente diferente del resto, de cada una de las áreas seleccionadas se debe tomar una muestra separada. (pág. 64)



Figura 11.1. Muestra del suelo

Fuente: (Fertilizer.org, 2002)

1.9.3 *Ensayos de validación con fertilizantes en el campo*

Considerando los resultados de investigaciones anteriores, realizados a plantas y tejidos de las mismas, esto se realiza en el campo indicando las deficiencias de los nutrientes, en especial las “deficiencias escondidas”, cuando se las compara en las plantas productivas a los estándares desarrollados, los análisis de suelos solicitan una correlación a los rendimientos de los cultivos. La presente correlación o calibración de los métodos de análisis que se desarrollen tiene que ser hecha pasando de ensayos de fertilizantes en campo previa y luego de la siembra de cultivos. (Fertilizer.org, 2002, pág. 66)

Tabla 12.1. Ventajas de los ensayos de validación

N	Ventajas
1	Son el mejor modo de determinar las necesidades de nutrientes de los cultivos y de los suelos para aconsejar a los agricultores sobre sus necesidades de fertilizantes.

-
- 2 Le mostrarán a usted cómo recomendaciones apropiadas basadas en los análisis de suelos y de las plantas están referidas a los rendimientos obtenidos.

 - 3 Permiten una evaluación económica, es decir el cálculo del beneficio puede ser usado como el argumento más motivador a usar fertilizantes por parte del agricultor.

 - 4 Los cultivos desarrollados pueden ser fotografiados. Las fotos pueden ser usadas en la publicidad y en demostraciones por muchos años.

 - 5 Las demostraciones o ensayos simples muestran los beneficios de los fertilizantes para los agricultores y los trabajadores agrícolas.
-

Fuente: (Fertilizer.org, 2002, pág. 67)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

1.10 Contexto normativo

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA MAÍZ DURO RESOLUCIÓN DAJ-2014148-0201.0057 emitida el 28 de marzo de 2014

AGROCALIDAD

AGROSEMILLA

MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA ACUACULTURA Y PESCA

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Esquema investigativo

La metodología que se implementa en el desarrollo del proyecto, es determinada por cuatro aspectos:

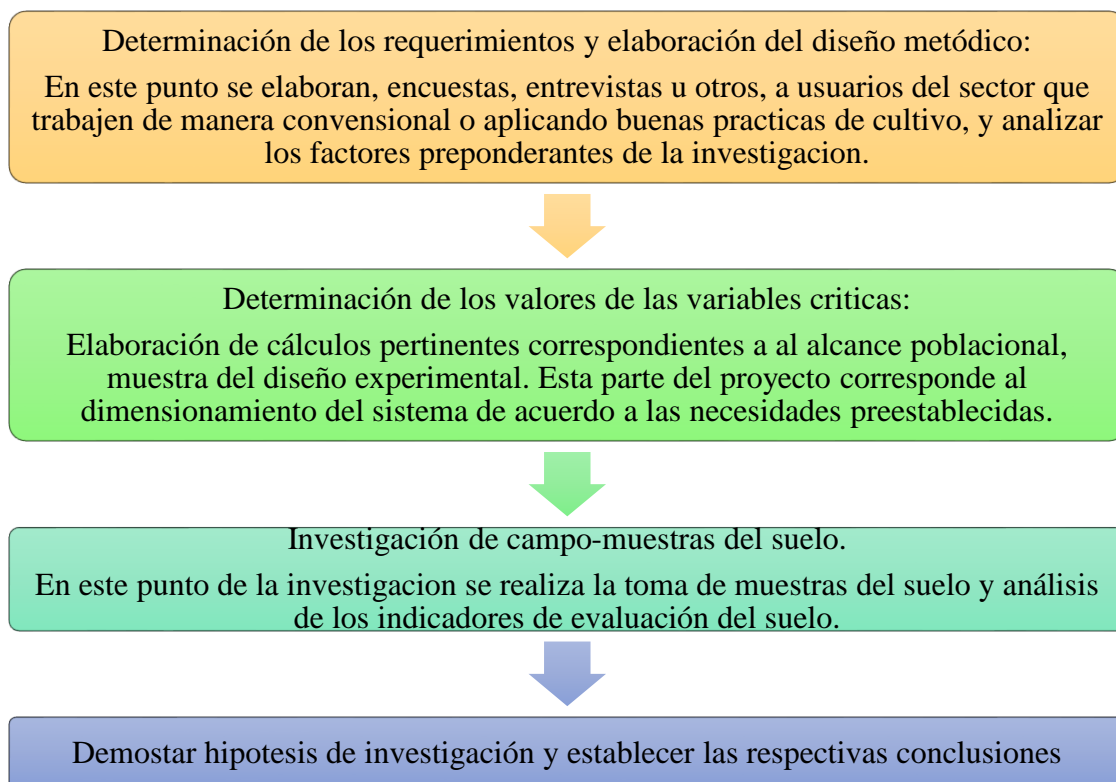


Figura 1.2. Metodología de la investigación

Fuente: (HERNÁNDEZ, 2010)

2.2 Enfoque de la investigación

El enfoque investigativo de este estudio es el cualitativo, ya que las características de vinculación del Trabajo de Investigación es de carácter social, puesto que permite establecer la relación entre el aporte de la ESPOCH y la población de la comunidad Unión Chimborazo, y es de aspecto cuantitativo debido a que se basará en métodos relativos para la recolección de datos, y realizar la toma y análisis de la muestra de suelo y posteriormente con el desarrollo experimental para el análisis de los datos de las muestras de suelo, realizando una interpretación deductiva se identifica

si resultado de interrelación atrae una consecuencia en los aspectos productivos de maíz del sector, y orienta a la verificación del nivel de validez y confiabilidad del presente estudio.

2.3 Alcance de la investigación

El alcance investigativo es correlacional debido a que la investigación busca establecer la relación entre la utilización de fertilizantes y la calidad del suelo, para mejorar el área productiva de la la comunidad Unión Chimborazo en la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana.

2.4 Delimitación del objeto de investigación

2.4.1 Delimitación del contenido

Área: Agroecología

Campo: Ambiental

Aspecto: Social

2.4.2 Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana.

2.4.3 Delimitación temporal

El trabajo investigativo se realizó durante el año 2017.

2.5 Tipo de investigación

- De campo
- Bibliográfica documental
- Experimental

2.6 Métodos, técnicas e instrumentos

Para la elaboración de la averiguación, se utiliza métodos sucesivos de investigación, técnicas y herramientas de exploración documental.

2.6.1 Métodos de investigación

Los métodos de investigación que se analizan en el trabajo investigativo se resumen a continuación:

Método Deductivo

Método Analítico

Método Hipotético-deductivo

2.6.2 Técnicas de investigación

- Observación directa
- Encuestas
- Fichaje

2.7 Población y muestra

2.7.1 Población

Se denomina población al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen ciertas características comunes observables en un lugar específico y en un momento determinado. (ÁLVAREZ, 2012)

De acuerdo al Censo Poblacional y Vivienda 2010, en la parroquia Nuevo Paraíso habitan 2717 personas.

De acuerdo al (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2010), la población estudiada se encuentra estratificada de la siguiente manera:

Tabla 1.2. Estratificación de la población

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Hombres	1.538	56,61
Mujeres	1.179	43,39
TOTAL	2.717	100%

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2010)

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

2.7.2 Muestra

Representa un subconjunto formado por elementos representativos de la población en estudio (ÁLVAREZ, 2012).

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = Probabilidad de fracaso

D = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Para la estimación de la muestra se realiza con un universo finito ya que la misma es conocida y los factores de estudio se presentan a continuación.

N = 2717

Z = 1.96

P = 0,9

Q = 0,1

D = 0,05

$$n = \frac{2717 * (1,96)^2 * 0,9 * 0,1}{(0,05)^2 * (2717 - 1) + (1,96)^2 * 0,9 * 0,1}$$

$$n = \frac{939,386}{7,136}$$

$$n = 131,64$$

$$n = 132$$

Por ende, se concluye que se debe realizar 132 datos muestrales de la población de la parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana.

2.7.3 Estratificación de la muestra

Luego de aplicar la fórmula de la muestra para un universo finito, se determina que se aplicará a 132 personas de la población correspondiente a la estratificación a hombres y mujeres.

Tabla 2.2. Estratificación de la muestra

ESTRATOS	PORCENTAJE	FRECUENCIA
Hombres	56,61%	75
Mujeres	43,39%	57
TOTAL	100%	132

Fuente: Tabla 2.1. Estratos de la población

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

Gráfico 2.1. Estratificación de la muestra



Fuente: Tabla 2.2 Estratificación de la muestra

Realizado por: Jiménez, Gladys, 2018

En el cual se determina 75 hombres a los cuales se debe realizar la encuesta, y 57 mujeres para obtener la información adecuada en la investigación.

2.7.4 Muestreo experimental

La toma de muestras será realizada en el terreno de la Asociación de Campesinos perteneciente a la parroquia Nuevo Paraíso la cantidad de muestra a tomar será de acuerdo a la cantidad de suelo afectado este se determinará de acuerdo a la rigurosidad de los ensayos y la representatividad de las pruebas en la investigación, no sólo implicados con la calidad, de la misma manera con la cantidad de observaciones que deben realizarse, con el total de muestras que se debe tomar o con el número de repeticiones que debe efectuarse para recopilar y confrontar la información que

podrá falsar la hipótesis nula y ratificar el planteamiento o hipótesis del investigador. Contandriopoulos, ed. al (1991)

Para determinar el número mínimo de muestras, observaciones o réplicas que deben efectuarse en el presente estudio se calcula con la siguiente formula:

$$n = \frac{W - W^2 * Z_{\beta} + 1.4Z_{\alpha}^2}{W^2} \quad (2)$$

Donde:

- n = Número mínimo de muestras, observaciones o réplicas que deben efectuarse en el estudio.
- Z_{α} = Valor correspondiente al nivel de confianza asignado (Riesgo de cometer un error tipo I).
- Z_{β} = Valor correspondiente al poder estadístico o potencia asignada a la prueba (Riesgo de cometer un error tipo II).
- W = Rendimiento mínimo esperado, eficiencia mínima esperada o diferencia mínima observable.

Se plantea que los resultados del experimento deberán tener una significación (α) de 0,05 (5%) que corresponde a un nivel de confianza ($1-\alpha$) del 95% (0.95). En la Tabla 1, (anexo A), se observa que, para este nivel de confianza, Z_{α} tiene un valor de 1,96.

También, en la Tabla del (anexo A), para un valor estadístico β igual a 0,10 (90%), existe un Z_{β} de 1,282. El rendimiento mínimo que se espera (W) será del 30%; es decir, se espera una remoción mínima de 30% respecto a los resultados de evaluación del porcentaje de fertilizantes en distintos tipos de campos para cultivos agrícolas alteran la calidad el suelo.

Datos:

$$Z_{\alpha} = 1,96$$

$$Z_{\beta} = 1,282$$

$$W = 30\%(0,3)$$

$$n = \frac{W - W^2 * Z_{\beta} + 1.4Z_{\alpha}^2}{W^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{0,3 - 0,3^2 * (1,282) + 1,4(1,96)^2}{0,3^2}$$

$$n = \frac{0,3 - 0,12 + 5,38}{0,9}$$

$$n = 6,18$$

El número de observaciones experimentales que se solicitan realizar de acuerdo al riesgo de error y rendimiento esperado es de 6 observaciones de seis parcelas distintas del sector.

2.8 Hipótesis

2.8.1 Hipótesis General

La utilización de fertilizantes permite mejorar la calidad del suelo y el rendimiento para el cultivo de maíz.

2.9 Identificación de variables

2.9.1 Variable independiente

- Indicadores

2.9.2 Variable dependiente

- Calidad del suelo

2.10 Procesamiento y análisis de información

2.10.1 Plan de recolección de información

La presente investigación se ha emplea la técnica de recolección de información denominada encuesta, para determinar mediante estadística descriptiva la influencia de las variables en la población implicada mediante análisis deductivo y gráfico, donde se recopila la información tanto de hombres y mujeres involucradas en el cultivo de maíz en la parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana, para las cuales se realizó preguntas escritas sobre hechos y aspectos que interesan investigar; hay técnicas e instrumentos para la recolección de información anteriormente descritos en el anexo A.

Tabla 3.2. Plan de recolección de información

Nº.	PREGUNTA BÁSICA	EXPLICACIÓN
1	¿Para qué?	Para conseguir los objetivos de la investigación
2	¿De qué personas u objetos?	Hombres y mujeres(Productores maíz)
3	¿Sobre qué aspectos?	Indicadores de la operacionalización de variables
4	¿Quién?	Investigadora
5	¿Cuándo?	Septiembre-noviembre del 2017
6	¿Dónde?	Parroquia Nuevo Paraíso (Francisco O.)
7	¿Cuántas veces?	Dos veces la primera en la siembra y otra en dos meses posteriores.
8	¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta
9	¿Con qué?	Cuestionario estructurado
10	¿En qué situación?	De sinceridad y respeto

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

2.10.2 Procedimiento para la información

- Los datos recogidos se transforman persiguiendo ciertos procedimientos.
- Revisión crítica de la información acumulada; es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente.
- Repetición de la recolección, en innegables casos individuales para corregir fallas de contestación.

- Manejo de información reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente que no influye significativamente en los análisis.
- Análisis estadístico descriptivo de datos para presentación de resultados.

2.11 Descripción general del sector

2.11.1 Antecedentes

Historia de la Parroquia

Hace años la parroquia Nuevo Paraíso no era más que una selva donde ingresaron un grupo de colonias de diversas Provincias como sierra, costa apoderándose de terrenos baldíos que aún no poseían dueños lo cual decidieron asentarse en esos terrenos.

Hace años la parroquia Nuevo Paraíso no era más que una selva donde ingresaron un grupo de colonias de diversas Provincias como sierra, costa apoderándose de terrenos baldíos que aún no poseían dueños lo cual decidieron asentarse en esos terrenos.

Lo cual empezaron a emigrar personas e varias Provincias del Ecuador ya que esta parte se encontraban la mayoría de selva virgen con bellos paisajes, flora y fauna lo cual decidieron ponerle el nombre de comunidad Unión Chimborazo. Porque la mayoría de habitantes que emigraron eran de la Provincia de Chimborazo. Con el pasar del tiempo se organizaron para buscar beneficios de las instituciones públicas privadas en ese entonces todas las gestiones se realizaban desde la Provincia del Napo y del Cantón Francisco de Orellana por medio de la industria Municipal así fue creciendo la población en el año de 1998. Se ve la posibilidad de crear la Provincia de Orellana lo cual solicitan que existan un mínimo de 15 Parroquias dando paso a que la comunidad Unión Chimborazo paso hacer Parroquia y dándole el nombre de Nuevo Paraíso por existir etnias culturales y sus bellos paisajes, flora y fauna.

Lo más hermoso es que ahora esta Parroquia está muy fortalecida para lo que al inicio todas las personas creían que en estas tierras no tenían ningún futuro pero le dieron el valor agregado dedicándose a la agricultura y ganadería, después de un largo tiempo los dirigentes de este pueblito lograron hacer reconocer a la Parroquia Nuevo Paraíso el 30 de Julio de 1998 con el acuerdo ministerial 372.

Fundadores

- Familia Yaguarshungo
- Familia Naygua
- Familia Peña
- Familia Yautibug
- Familia Yunbo
- Familia Morocho
- Familia Garcia
- Familia Cobos
- Familia Arrieta

Autoridades.

Sr. Marcelo José Tanguila Grefa.	Presidente.
Sr. Urbano Zambrano.	Vicepresidente.
Sra. Maria Yautibug Cepeda.	Vocal.
Sra. Amparito Siquigua.	Vocal
Sr. Manuel Yautibug Cepeda.	Vocal

Aspectos físicos:

- **Cabecera Parroquial: Unión Chimborazo**
- superficie: 302,28 Km²
- Ubicación: Geográficamente la parroquia Nuevo Paraíso se encuentra entre las coordenadas de latitud sur 0°15'18,06" y 0°22'2,29", y entre 75°24'59,22" y 77°5'36,63" de longitud oeste.

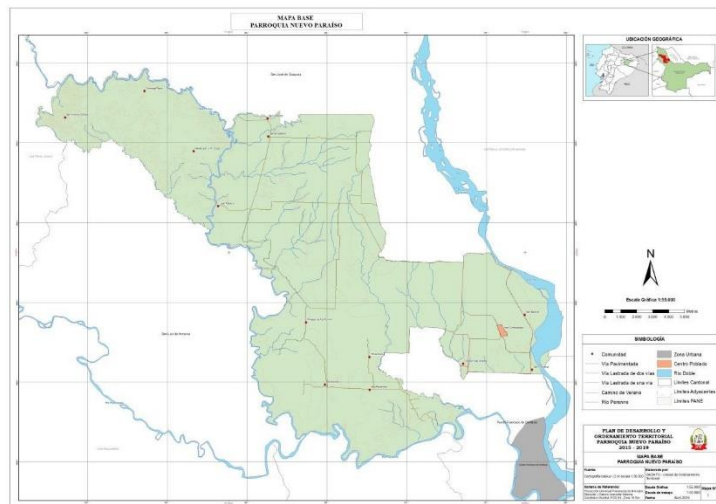
Ubicación del Nuevo Paraíso en Orellana



Límites: La parroquia Nuevo Paraíso tiene los límites territoriales siguientes:

- Norte: Parroquia San José de Guayusa
- Sur: Parroquia San Luis de Armenia, Parroquia Urbana Pto. Francisco de Orellana.
- Este: Parroquia San Sebastián del Coca, Parroquia Urbana Pto. Francisco de Orellana
- Oeste: Parroquia San Luis de Armenia y Cantón El Chaco (Provincia de Napo)

Base parroquial



CAPÍTULO III

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1.1 *Análisis descriptivo*

Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas en la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana se muestran a continuación:

- En la encuesta realizada a los productores de maíz de la Parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana, el 7,27 % afirman que “Si” afecta al suelo el uso excesivo de erotizantes, esto es provocado por que la dosificación inadecuada de químicos afectando en la producción global de maíz; también un 10,61 se encuentran en la aceptación de “A veces” por lo que no es un porcentaje influyente. En el 12,12 por ciento de personas que cultivan maíz, respondieron que “No” esto se debe que se encuentran asesorados en por las tiendas productoras de maíz.
- El 46,21% y 46,27% de los participantes del presente estudio afirman que es necesario la fertilización adecuada y de forma periódica en tiempos establecidos, siempre y cuando existan asesorías para la composición adecuada del fertilizante. Un 6,82 % concuerdan que no es necesario considerar el tiempo de fertilización.
- En la tercera encuesta realizada el 84,85% afirman que “Si” es necesario el aporte de fertilizantes orgánicos, ya que de esta manera se disminuye costos y mejora la conservación del suelo. Un 9,09% mencionan que no es necesario el aporte de fertilizante orgánico, debido que en pequeños porcentajes disminuye la producción de maíz.
- El 53,03% afirman que “Si” los fertilizantes químicos mejoran los rendimientos en la producción, en comparación con cultivos con fertilizantes orgánicos; es importante considerar la fórmula de aplicación del fertilizante de acuerdo al tipo de suelo y las proporciones sean adecuadas. “A veces” un 21,97% y un 25% determinan que no es necesario la utilización de fertilizantes químicos incrementar la productividad.
- El 56,06% afirman que “Si”, la variación de la temperatura en ciertas épocas del año, para ello es necesario la planificación de tiempos estratégicos de siembra y descansos paulatinos entre la siembra de los cultivos, esto incluye también al 25% que respondieron “A veces”; el 18, 94% menciona que la temperatura no afecta a la producción, ya que prevén tiempos precisos para la siembra del cultivo.
- El 68,94% de las personas encuestadas mencionan que “Si”, que el nivel de acides del

suelo afecta el normal desarrollo del cultivo, esto se debe a la aplicación de químicos desmesurados sin considerar la calidad del suelo en sus componentes: humedad, infiltración, entre otros. Coinciden los resultados de “A veces” y “No” afecta el nivel de PH, esto se debe al desconocimiento del factor tratado.

- El 61,36% afirman que “Si” depende de la calidad del suelo para incrementar o disminuir el porcentaje de producción, por ende, es necesario analizar los componentes del mismo y la preparación del suelo previo al cultivo. Un 20,45% y 17,42%, presentan inseguridad en la relación de la calidad del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz.
- En El 77,27% afirman que “Si” es valioso el aporte de fertilizantes orgánicos para mejorar la calidad del suelo y relacionado proporcionalmente con fertilizantes químicos para mejorar la productividad, un 13,63% mencionan que “No” es importante el aporte de fertilizantes orgánicos, esto es por desconocimiento de los beneficios de este factor, y un 10,61% “A veces”, presentan incertidumbre el aporte del fertilizante orgánico.
- EL 52,27% afirman que “Si”, en la interrogante de que la humedad afecta a la producción del cultivo, este es un factor importante a considerar por considerarse como una región cálida – húmeda, este factor es necesario considerar para analizar la conductividad hidráulica y velocidad de infiltración, para determinar el nivel disolución y absorción de fertilizantes para la planta.
- Se puede evidenciar que los productores que realizan aportes de fertilizantes lo hacen de manera quincenal con mayor aportación, en consiguiente también de manera porcentual lo realizan en la preparación del suelo y en la siembra, para que el desarrollo del embrión de maíz inicie de la mejor manera y encontrar una eficiente productividad.
- Los datos estadísticos obtenidos demuestran que los productores de maíz muestran que en la preparación del suelo se utilizan en su mayoría el fertilizante “Urea” y “10-30-10”, la mayoría de productores realizan este aporte de fertilizante de manera empírica lo que se debe ratificar con el estudio de valuación del suelo para determinar los componentes necesarios en la preparación del suelo para el cultivo de maíz.
- Los datos obtenidos demuestran que los productores de maíz muestran que en la siembra se utilizan en su mayoría el fertilizante “10-30-10”, seguido de “Urea”, “Potasio” y “15-15-15”, y en menor porcentaje en fertilizante “Yaramila”. La mayoría de productores realizan este aporte de fertilizante de manera empírica lo que se debe ratificar con el estudio de valuación del suelo para determinar los componentes necesarios en la preparación del suelo para el cultivo de maíz.
- Las personas que realizan aporte de fertilizante se evidencia son pocas personas que tienen en cuenta la dosificación por hectárea de cada fertilizante que utiliza, de estas los datos obtenidos muestran que se utilizan una media entre 140 y 200 kilogramos/h.

3.1.2 *Análisis Inferencial*

3.1.2.1 *Verificación de hipótesis*

Para la evaluación inductiva de la verificación de la Hipótesis en la presente investigación se utiliza la prueba de Chi Cuadrado (Ji cuadrado: x^2) con un 95.00% de confianza, y un 5% de error de muestreo en la parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana

En este caso investigativo para la verificación de hipótesis es necesario el planteamiento de hipótesis nula que desapruueba el análisis de proceso de control y de hipótesis alternativa la que, valida la fiabilidad de la investigación, continuamente se plantea cada una de ellas.

3.1.2.2 *Planteamiento de la hipótesis.*

Hipótesis Nula Ho: La utilización de fertilizantes no permite mejorar la calidad del suelo y el rendimiento en el cultivo de maíz.

Hipótesis Alterna Ha: La utilización de fertilizantes permite mejorar la calidad del suelo y el rendimiento en el cultivo de maíz.

3.1.2.3 *Prueba de Chi-cuadrado*

La fórmula de la prueba de Chi-cuadrado es:

$$x^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde;

x^2 Chi-cuadrado

o_i Frecuencias observadas

e_i Frecuencias esperadas

3.1.2.4 *Preguntas utilizadas en la comprobación de la hipótesis*

Para la comprobación de la hipótesis, hacemos uso de las preguntas más relevantes y significativas de la investigación, para seleccionar las mencionadas preguntas aplicamos la condición, que cada una deba contener la variable dependiente y variable independiente las cuales son:

3. *¿Considera valioso el aporte de fertilizante orgánico?*

9. ¿La humedad afecta el rendimiento de los cultivos de maíz?

3.1.2.5 Tabla de frecuencias observadas y frecuencias esperadas

Tabla 1.3. Frecuencias observadas

	Si	A veces	No	TF
3. ¿Considera valioso el aporte de fertilizante orgánico?	112	9	12	133
9. ¿La humedad afecta el rendimiento de los cultivos de maíz?	69	22	41	132
TOTAL TC	181	31	53	265

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Posterior a ello se calcula las frecuencias esperadas como se muestra en la Tabla 2.3, la fórmula para obtener las observaciones esperadas (OE)

$$E = \frac{TF * TC}{n}$$

En donde:

- TF = Total Fila
- TC = Total Columna
- n = Población

$$E = \frac{181 * 133}{265} = 90,84$$

$$E = \frac{31 * 133}{265} = 15,56$$

$$E = \frac{53 * 133}{265} = 26,6$$

$$E = \frac{181 * 132}{265} = 90,16$$

$$E = \frac{31 * 132}{265} = 15,44$$

$$E = \frac{53 * 132}{265} = 26,4$$

Tabla 2.3. Frecuencias esperadas

	Si	A veces	No	TF
3. ¿Considera valioso el aporte de fertilizante orgánico?	90,84	15,56	26,60	133
9. ¿La humedad afecta el rendimiento de los cultivos de maíz?	90,16	15,44	26,40	132
TOTAL TC	181	31	53	265

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

3.1.2.6 Cálculo del Chi-cuadrado

A continuación, en la tabla 3.3 se tiene el cálculo del Chi-cuadrado:

Tabla 3.3. Cálculo del Chi-cuadrado

FRECUENCIAS OBSERVADAS (o_i)	FRECUENCIAS ESPERADAS (e_i)	$o_i - e_i$	$(o_i - e_i)^2$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
112	90.84	21.16	447.68	4.93
9	15.56	-6.56	43.01	2.76
12	26.60	-14.60	213.16	8.01
69	90.16	-21.16	447.68	4.97
22	15.44	6.56	43.01	2.79
41	26.40	14.60	213.16	8.07
Chi-cuadrado calculado = $\sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$				31.53

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Chi-cuadrado calculado $X^2c = 31.53$

3.1.2.7 Nivel de significación y regla de decisión

A continuación, se tiene los parámetros y datos que se han utilizado para demostrar la hipótesis:

- Probabilidad: $P=0.05\%$

De la misma manera se calcula los grados de libertad para aplicar la prueba Chi-cuadrado, utilizando la siguiente formula:

- $GL = (\text{número de filas}-1) * (\text{número de columnas}-1)$

Donde:

- **GL:** Grados de libertad
- **Numero de filas:** Corresponden al número de preguntas a tomar en cuenta para la prueba Chi-cuadrado.
- **Numero de columnas:** Corresponden al número de alternativas de cada pregunta.

Cálculo grados de libertad

Se realiza las operaciones necesarias:

- $GL = (2-1)*(3-1)$
- $GL = 2$

De acuerdo a $p=0.05\%$ y $GL=2$, se procede a intersecar los dos valores en la tabla nominal de Chi-cuadrado y se obtiene de la Tabla 30.

Tabla 4.3. Tabla de Chi – Cuadrado

DF	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001
1	3,84	6,64	10,83
2	5,99	9,21	13,82
3	7,82	11,35	16,27
4	9,49	13,28	18,47

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Chi cuadrado de la tabla $X^2t = 5,99$

$$X^2c = 31.53 > X^2t = 5,99$$

3.1.2.8 Verificación de hipótesis

- Si Chi-cuadrado calculado $X^2c = 31.53 < \text{Chi cuadrado de la tabla } X^2t = 5.99$, aceptamos la Hipótesis nula (H0) y rechazamos la Hipótesis alternativa (H1)
- Si Chi-cuadrado calculado $X^2c = 31.53 > \text{Chi cuadrado de la tabla } X^2t = 5.99$, rechazamos la Hipótesis nula (H0) y aceptamos la Hipótesis alternativa (H1)

En virtud de los resultados observados y analizados se puede evidenciar que el valor de Chi-cuadrado calculado es mayor que el Chi-cuadrado de la tabla, por lo cual cae en la zona de rechazo de la Hipótesis nula (H0), por lo que se acepta Hipótesis alternativa (H1), la cual indica que: “La utilización de fertilizantes permite mejorar la calidad del suelo y el rendimiento en el cultivo de

maíz”. Por ende, es necesario realizar la evaluación de la calidad del suelo utilizado para la siembra de maíz en la parroquia Nuevo Paraíso del cantón Francisco de Orellana, para brindar opciones optimas de tiempos de fertilización y cantidades de la misma, para mejorar las condiciones del rendimiento del cultivo.

3.1.3 Evaluación

Para realizar la evaluación agroecológica del suelo se diseña la clasificación de las parcelas que se pretende realizar la estratificación de las parcelas, posteriormente para cada tipo de análisis se realiza la aleatorización, estando en función de los tratamientos y las parcelas distribuidas.

Tabla 5.3. Distribución de las parcelas Parcela 3 (P3)

T1	P3	P2	P1(Testigo)
T2	P2	P1(Testigo)	P3
T3	P1(Testigo)	P3	P2

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Las estrategias para los tratamientos que se realizan en las parcelas a estudiar se plantean en base a los criterios y expectativas del análisis del levantamiento de información de encuestas recopiladas en el capítulo anterior y los tratamientos planificados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.3. Parcela 2 (P2) y parcela 3 (P3)

T1	18 días después de la siembra, aplicar 8gr/planta de 10-30-10, a 10 cm de la planta.
T2	28 días después de la siembra, aplicar 20 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta.
T3	38 días después de la siembra, aplicar 30 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Posteriormente se organiza las parcelas en función de bloques a ser investigados, como se muestra a continuación:

Tabla 7.3. Distribución de las parcelas Parcela Bloques

T1	B3	B2	B1(Testigo)
T2	B2	B1(Testigo)	B3

T3	B1(Testigo)	B3	B2
----	-------------	----	----

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

La evaluación se realiza en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, En la estación experimental central de la amazonia. La toma de las muestras se realizó 8 días luego de aplicar el tratamiento en las parcelas y los resultados se muestran a continuación:

3.1.4 *Desarrollo y experimentación*

El Diseño de Experimentos tuvo su inicio teórico a partir de 1935 por Sir Ronald A. Fisher, quién sentó la base de la teoría del Diseño Experimental y que a la fecha se encuentra bastante desarrollada y ampliada. Actualmente las aplicaciones son múltiples, especialmente en la investigación de las ciencias naturales, ingeniería, laboratorios y casi todas las ramas de las ciencias sociales.

ORIENTACIONES GENERALES EN LA EXPERIMENTACIÓN AGRÍCOLA

Especificar los problemas, con el fin de probar hipótesis o encontrar respuestas. Es necesario considerar que los experimentos sean:

- a Experimentos simples, cuando se estudia un solo factor de variación; por ejemplo, probar cinco variedades de sorgo, estudiar cinco dosis de nitrógeno en trigo, etc.

- b. Ubicar el lugar adecuado para la realización de los experimentos, para lo cual se debe elegir una localidad accesible y representativa de áreas agrícolas, de suelo uniforme, con unidades experimentales lo más uniforme posible, y escoger el material adecuado para experimentos, de manera que pueda estratificarse (agruparse unidades experimentales con características homogéneas) el terreno correctamente para formar grupos uniformes y de fácil manejo.

- c. Reducir las fuentes de error, tanto del experimento como de aquellos errores o equivocaciones operacionales. Es muy importante que, en la selección de datos, muestreo, etc., el personal responsable esté constituido por técnicos o personas con entrenamiento.

Con las consideraciones anteriores en el caso de estudio se está utilizando experimentos simples estudiando un solo factor de variación (Indicadores); siendo los indicadores: la temperatura, nivel pH, textura, infiltración, amonio (NH₄), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Se

está analizando cada uno de los experimentos independientemente factor por ende es necesario la aplicación de un “Diseño de un modelo con efectos fijos”. (Montgomery, 2004)

El objetivo es tener comparaciones precisas entre los tratamientos bajo estudio. Utilizar bloques es una forma de reducir y controlar la varianza del error experimental para tener mayor precisión.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_e = \mu + r_i + e_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde: μ : Media global
 r_i : Efecto del tratamiento
 e_{ij} : Terminio del error

El modelo de comprobación de Hipótesis por un diseño de un modelo de efectos fijos se resume en la Tabla 8.3:

Tabla 8.3. Análisis de varianza de un Diseño de un modelo con efectos fijos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio (MS)	F_0
Tratamientos	$SS_{Tratamientos}$	$n_T - 1$	$\frac{SS_{Tratamientos}}{n_T - 1}$	$\frac{MS_{Tratamientos}}{MS_E}$
Error	SS_E	$(n_B - 1)$	$\frac{SS_E}{(n_B - 1)}$	
Total	SS_T	$N - 1$		

Fuente: (Montgomery, 2004)

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Una vez obtenido el F calculado F_c es necesario determinar el F de tablas F_t para acceder a las siguientes condiciones:

- Si F calculado $F_c < F$ de la tabla F_t , aceptamos la Hipótesis nula (H_0) y rechazamos la Hipótesis alternativa (H_1)

- Si $F_{fc} > F_{ft}$, rechazamos la Hipótesis nula (H0) y aceptamos la Hipótesis alternativa (H1)

De ser el caso es necesario también comparar con el estadístico de prueba (P), que este sea menor al 5 por ciento de su nivel de significancia ($<0,05$), y los datos generales del análisis de la experimentación y el desarrollo del análisis de varianza aplicando un diseño de un modelo con efectos fijos, se encuentra en el Anexo C. y los resultados del análisis se muestran a continuación:

Tabla 9.3. Resultados análisis experimental modelo con efectos fijos.

	Variables	Tratamiento			E.E.	Prob.
		T1	T2	T3		
1	Temperatura °C	25,50 a	25,57 a	25,70 a	0,18	0,74
2	pH	6,22 a	6,24 a	6,40 a	0,11	0,50
3	Infiltración (cm)	32,16 a	32,01 a	31,23 a	4,11	0,99
4	Amoniaco (g)	47,83 a	33,97 b	30,17 b	2,58	0,01
5	Fósforo (g)	16,03 a	11,87 b	10,20 b	0,67	0,00
6	Potasio (g)	0,17 a	0,13 b	0,10 c	0,01	0,00
7	Calcio (g)	13,27 a	12,96 a	9,88 a	0,82	0,05
8	Magnesio (g)	1,24 a	1,05 ab	0,69 b	0,11	0,04

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

El análisis de los resultados se menciona a continuación:

3.1.4.1 *Temperatura °C*

La temperatura del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), fueron en el tratamiento uno de 25,50, en el tratamiento dos de 25,57 y en el tratamiento tres de 25,70 ° C, encontrando un valor estadístico de probabilidad mayor al 5% por ciento ($P>0,05$) de valores en entre los cuales no difieren significativamente, esto posiblemente se deba a que los fertilizantes químicos con sus respectivas dosis y profundidad de aplicación no influye en la temperatura del suelo puesto que no propicia fermentación en el suelo.

3.1.4.2 *Nivel de pH del suelo*

El nivel de PH del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días,

20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), fueron en el tratamiento uno de 6,22, en el tratamiento dos de 6,24 y en el tratamiento tres de 6,40 valores entre los cuales no muestran diferencias significativas superiores al 5 por ciento ($P > 0,05$), la fertilización intensiva con abonos a base de amonio o abonos de amonio-formados (urea) puede disminuir el pH del suelo según (SMART Fertilizer Management, 2018).

3.1.4.3 *Infiltración*

La infiltración del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), fueron en el tratamiento uno de 32,16 en el tratamiento dos de cm; 32,01 cm y en el tratamiento tres de 31,23 cm; la variación de las medias muestrales de cada uno de los tratamientos presentan bajas diferencias significativas que muestran valores mayores al 5 por ciento ($> 0,05$), por ende las características debido que si se remueve el suelo por ende se vuelve más compacto e imposibilita la velocidad de ingresar en el suelo los flujos de agua (Romera & Santos, 2012).

3.1.4.4 *Amoniaco del suelo NH_4*

La cantidad de amoniaco del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 00 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), fueron en el tratamiento uno de 47,83 mg; en el tratamiento dos de 33,97 mg y en el tratamiento tres de 30,17 mg, es necesario el análisis del factor de estudio por presentar un alto grado de significación con probabilístico menor al 5 por ciento ($< 0,05$), la reducción gradual en la comparación de las parcelas se debe que a medida que la planta crece necesita más cantidad de amoniaco y la cantidad aporta en este tratamiento no es suficiente, (PNA Potassium Nitrate Association, 2017), en la teoría se menciona que el incremento del pH desplaza el equilibrio del amonio y amoníaco favoreciendo la volatilización del NH_4 a la atmósfera.

3.1.4.5 *Cantidad de P (fósforo)*

El P (fosforo) del suelo del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm

de profundidad (T3), siendo en el tratamiento uno de 16,03 mg; en el tratamiento dos de 11,87 mg y en el tratamiento tres de 10,20 mg; valores entre los cuales existe diferencia significativa menor al 5 por ciento en su valor estadístico ($<0,05$), se puede evidenciar una reducción desde el tratamiento uno hacia el tres se debe que la reducción del fósforo en el suelo es común en suelos fríos, muy húmedos o características similares, en este caso se debe a la humedad del suelo, las plantas de maíz con deficiencia de fósforo son más pequeñas y crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo, entonces se puede evidenciar que la cantidad aportada de fósforo en la planta es la adecuada ya que no presenta decrecimiento de la planta o colores rojizos que denoten la falta de este elemento (Robinson, 2015).

3.1.4.6 *Potasio (N)*

El potasio del suelo del cultivo de *Zea maíz* (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), en el tratamiento uno de 0,17 mg; en el tratamiento dos de 0,13 mg y en el tratamiento tres de 0,10 mg, valores que denotan que existe diferencia significativa entre los tratamientos menor al 5 por ciento ($<0,05$), se puede notar que una reducción en la cantidad del potasio del tratamiento uno y el tratamiento tres se debe a ciertos factores como la infiltración se reduce en pequeñas cantidades esto significa pérdida de potasio a la vez, afectan a la calidad del suelo directamente en el estrés de la planta ocasionado problemas en el cultivo de maíz por factores sequía, altas insectos, etc. es decir la planta pierde su resistencia (Sela, 2018).

3.1.4.7 *Calcio (Ca)*

El calcio del suelo del cultivo de *Zea maíz* (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), en el tratamiento uno de 13,27 mg; en el tratamiento dos de 12,96 mg y en el tratamiento tres de 9,88 mg, cantidades que evidentemente no son significativas menor al 5 por ciento ($<0,05$); y la mínima reducción es debido a que las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio (Sanabria, 2015). El aumento de la salinidad del suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta, en este caso si se incrementa la salinidad como se evidencia en el análisis de PH del suelo. Los beneficios del calcio son que Promueve el alargamiento celular, por ende, el desarrollo de la planta de maíz. La cantidad de calcio se mantiene un nivel promedio sin alteración significativa lo que no afecta en gran parte a la producción del cultivo.

3.1.4.8 *Magnesio (Mg)*

El magnesio del cultivo de Zea maíz (var Marginal 28- Tropical), al utilizar fertilizantes 10:30:10 a los 18 días, 8 g/planta y a 10 cm de profundidad (T1), Nitrato de amonio a los 28 días, 20 g/planta y a 20 cm de profundidad (T2) y Nitrato de amonio los 38 días, 30 g/planta y a 30 cm de profundidad (T3), en el tratamiento uno de 1,24 mg; en el tratamiento dos de 1,05 mg y en el tratamiento tres de 0,60 mg, valores entre los cuales muestra diferencias significativas con un valor probabilístico es menor a 0,05, demostrado un cinco por ciento de error en sus datos de medias muestrales, si se compara los escenarios o tratamientos se muestra una reducción significativa, esto se debe a que se realizan monocultivos de maíz en todo el sector, y los nutrientes aplicados en los tratamientos no poseen magnesio, una buena cantidad de Magnesio aumenta la actividad fotosintética y mantiene un buen crecimiento permitiendo altos rendimientos del cultivo de maíz (SMART Fertilizer Management, 2015).

3.1.5 *Análisis estadístico de conductividad hidráulica*

Las muestras de infiltración se obtienen mediante el protocolo opcional de infiltración GLOBE 2005.

Tabla 10.3. Rangos de la constante de conductividad hidráulica

Clases	Rangos (cm/hr)	m/día
Muy lenta	<0,1	<0,03
Lenta	0,1-0,5	0,03-0,12
Moderadamente Lenta	0,5-2	0,12-0,5
Moderada	2-6	0,5-1,5
Moderadamente Rápida	6-12	1,50-3
Rápida	12-18	3-4,50
Muy Rápida	>18	>4,5

Fuente: (Contandriopoulos, Champagne, Potvin, Denis, & Boyle, 1991)

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

El método para conductividad hidráulica a partir de los datos obtenidos en la infiltración es logarítmico, el procedimiento se encuentra en el anexo, y los resultados de infiltración se muestran a continuación:

Tabla 11.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 1

Lectura n°	Tiempo Parcial	Tiempo Acumulado	Lectura	Enrase	Infiltración	Lectura acumulada (d)
hora	minutos	minutos (t)	Cm	cm	cm/min	cm
8:00	0	0		41		
8:01	1	1	40.8		40.8	48.8
8:02	1	2	40.5		20.25	89.3
8:03	1	3	40.16666667		13.38888889	129.4666667
8:04	1	4	39.73333333		9.933333333	169.2
8:05	1	5	39.3		7.86	208.5
8:10	5	10	38.13333333		3.813333333	246.6333333
8:15	5	15	36.36666667		2.424444444	283
8:20	5	20	34.66666667		1.733333333	317.6666667
8:30	10	30	30.33333333		1.011111111	348
8:45	15	45	25.36666667		0.563703704	373.3666667
9:00	15	60	20.1	41	0.335	393.4666667
9:30	30	90	33.03333333		0.367037037	426.5
10:00	30	120	25.3		0.210833333	451.8
10:30	30	150	17.53333333	41	0.116888889	469.3333333
11:00	30	180	33.16666667		0.184259259	502.5
11:30	30	210	25.8		0.122857143	528.3
12:00	30	240	18.56666667	41	0.077361111	546.8666667
12:30	30	270	33.8		0.125185185	580.6666667

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Tabla 12.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 2.

PARCELA 2						
Lectura n°	Tiempo Parcial	Tiempo Acumulado	Lectura	Enrase	Infiltración	Lectura acumulada (d)
14:00	0	0	40.73333333	41		40.73333333
14:01	1	1	40.4		40.4	81.13333333
14:02	1	2	40.1		20.05	121.23333333
14:03	1	3	39.8		13.26666667	161.03333333
14:04	1	4	39.46666667		9.866666667	200.5
14:05	1	5	37.7		7.54	238.2
14:10	5	10	36		3.6	274.2
14:15	5	15	34.3		2.286666667	308.5
14:20	5	20	29.03333333		1.451666667	337.53333333
14:30	10	30	24.16666667		0.805555556	361.7
14:45	15	45	19.06666667		0.423703704	380.76666667
15:00	15	60	33	41	0.55	413.76666667
15:30	30	90	25.6		0.2844444444	439.36666667
16:00	30	120	18.43333333		0.1536111111	457.8
16:30	30	150	33.53333333	41	0.223555556	491.33333333
17:00	30	180	26.33333333		0.146296296	517.66666667
17:30	30	210	19.16666667		0.091269841	536.83333333
18:00	30	240	33.43333333	41	0.139305556	570.26666667
18:30	30	270				

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

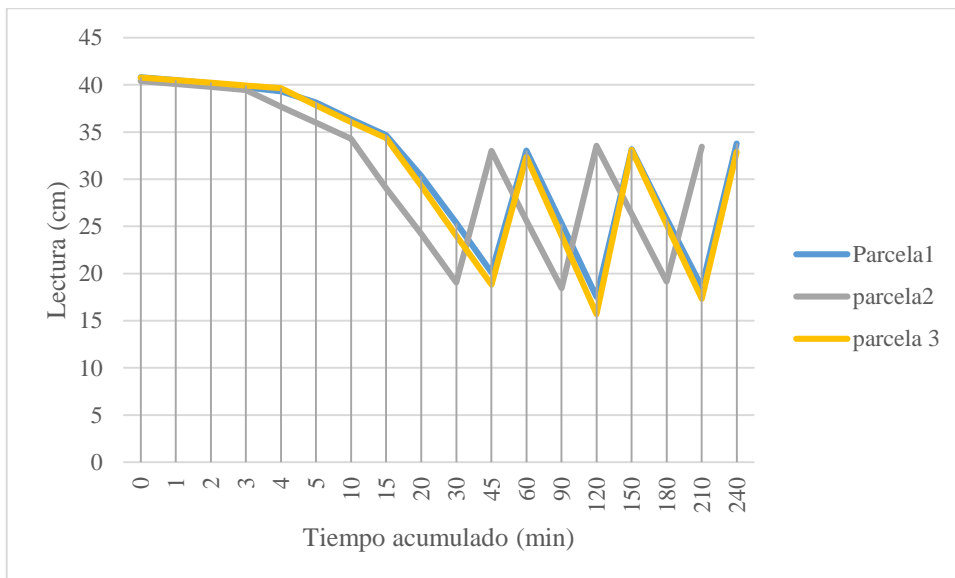
Tabla 13.3. Datos muestrales de infiltración. Parcela 3

PARCELA 3						
Lectura n°	Tiempo Parcial	Tiempo Acumulado	Lectura	Enrase	Infiltración	Lectura acumulada (d)
8:00	0	0	40.76666667	41		40.76666667
8:01	1	1	40.5		40.5	81.26666667
8:02	1	2	40.23333333		20.11666667	121.5

8:03	1	3	39.933333		13.31111111	161.433333
8:04	1	4	39.666667		9.916666667	201.1
8:05	1	5	37.833333		7.566666667	238.9333333
8:10	5	10	36.066667		3.606666667	275
8:15	5	15	34.366667		2.291111111	309.3666667
8:20	5	20	29.266667		1.463333333	338.6333333
8:30	10	30	24		0.8	362.6333333
8:45	15	45	18.833333		0.418518519	381.4666667
9:00	15	60	32.366667	41	0.539444444	413.8333333
9:30	30	90	24		0.266666667	437.8333333
10:00	30	120	15.7		0.130833333	453.5333333
10:30	30	150	33.1	41	0.220666667	486.6333333
11:00	30	180	25.2		0.14	511.8333333
11:30	30	210	17.333333		0.082539683	529.1666667
12:00	30	240	32.9	41	0.137083333	562.0666667
12:30	30	270				

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Gráfico 1.3. Curvas de infiltración



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Es evidente que la infiltración en las primeras lecturas es relativamente alta en función que pasa el tiempo tiende a reducir su capacidad, existen picos altos y bajos en las tomas debido a que la velocidad de transmisión del suelo es muy rápida y se agrega agua en los picos altos para continuar

con la evaluación de la infiltración. Cada uno de las constantes de conductividad hidráulicas está en centímetros por hora, puesto que sus datos muestrales se encuentran en esas unidades.

Para determinar la conductividad hidráulica del suelo se calculan los logaritmos de los datos muestrales de tiempo y de muestras de las láminas.

La fórmula general para determinar el coeficiente de conductividad hidráulica es

$$\log K = \frac{\log d}{n} - m \cdot \frac{\log t}{n}$$

Log k= Constante de conductividad hidráulica

Log d= Logaritmo de láminas

Log t= Logaritmo de tiempos de observación

m= Pendiente de la recta (constante del suelo)

n= Numero de datos de observación

La ecuación para determinar la constante del suelo es siguiente:

$$m = \frac{\frac{\sum(\log t \cdot \log d)}{n} - \frac{\sum \log t}{n} \cdot \frac{\sum \log d}{n}}{\frac{\sum(\log t)^2}{n} - \left(\frac{\sum \log t}{n}\right)^2}$$

Se realizan los cálculos respectivos y se muestran los siguientes resultados.

Tabla 14.3. Coeficientes logarítmicos parcela 1

Log (t)	Log(d)	Log (t)*Log (d)	Log (t)^2
	Parcela 1		
0.301029996	1.60745502	0.48389218	0.23415164
0.477121255	1.60386579	0.76523846	0.5855899
0.602059991	1.599155	0.96278725	0.92695928
0.698970004	1.59439255	1.11443257	1.24195995
1	1.58130477	1.58130477	2.50052477
1.176091259	1.5607035	1.83552974	3.36916942
1.301029996	1.53991208	2.00347181	4.0138993
1.477121255	1.48192014	2.18897573	4.79161476

1.653212514	1.4042634	2.32154583	5.38957504
1.77815125	1.30319606	2.3172797	5.3697852
1.954242509	1.5189524	2.96840135	8.81140657
2.079181246	1.40312052	2.91734187	8.51088361
2.176091259	1.24386449	2.70676264	7.32656401
2.255272505	1.52070183	3.42959702	11.7621357
2.322219295	1.41161971	3.27809052	10.7458774
2.380211242	1.26873394	3.01985479	9.11952294
2.431363764	1.5289167	3.71735266	13.8187108
26.06336934	25.1720779	37.6118589	98.5183304

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Resultados de conductividad

m= -0.00010143

Log k= 1.48086598

k1= 30.2597946

Velocidad de infiltración

Vi= 0.1120097 cm/min

Tabla 15.3. Coeficientes logarítmicos Parcela 2

	Parcela 2		
0.301029996	1.60314437	0.48259454	0.23289749
0.477121255	1.59988307	0.76333822	0.58268524
0.602059991	1.59623045	0.96102649	0.92357191
0.698970004	1.57634135	1.10181532	1.213997
1	1.5563025	1.5563025	2.42207747
1.176091259	1.53529412	1.80564599	3.26035746
1.301029996	1.4628969	1.90327275	3.62244715
1.477121255	1.38321675	2.04317886	4.17457987
1.653212514	1.28027477	2.11656628	4.47985281
1.77815125	1.51851394	2.70014746	7.29079631
1.954242509	1.40823997	2.7520424	7.57373739
2.079181246	1.26560388	2.63141985	6.9243704

2.176091259	1.52547673	3.31957657	11.0195886
2.255272505	1.42050584	3.20362776	10.2632308
2.322219295	1.28254659	2.97835444	8.87059516
2.380211242	1.52417968	3.6278696	13.1614379
23.63200558	23.5386509	33.946779	86.0162229

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

$$m = -0.000111329$$

$$\text{Logk} = 1.471330115$$

$$k^2 = 29.60261758$$

Velocidad infiltración 0.10957 cm/min

Tabla 16.3. Coeficientes logarítmicos Parcela 3

	Parcela 3		
0.301029996	1.60458602	0.48302852	0.23331655
0.477121255	1.60133556	0.76403123	0.58374373
0.602059991	1.59842571	0.96234817	0.92611399
0.698970004	1.57787461	1.10288702	1.21635978
1	1.55710601	1.55710601	2.42457911
1.176091259	1.53613741	1.80663778	3.26394007
1.301029996	1.46637326	1.9077956	3.63968404
1.477121255	1.38021124	2.03873936	4.15645818
1.653212514	1.27492719	2.10772559	4.44250716
1.77815125	1.51009798	2.6851826	7.21020561
1.954242509	1.38021124	2.69726748	7.27525186
2.079181246	1.19589965	2.48649213	6.18264311
2.176091259	1.51982799	3.30728441	10.9381302
2.255272505	1.40140054	3.16054011	9.98901378
2.322219295	1.23888209	2.87695589	8.2768752
2.380211242	1.5171959	3.61124673	13.041103
23.63200558	23.3604924	33.5552686	83.7999253

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

$$m = -0.000135697$$

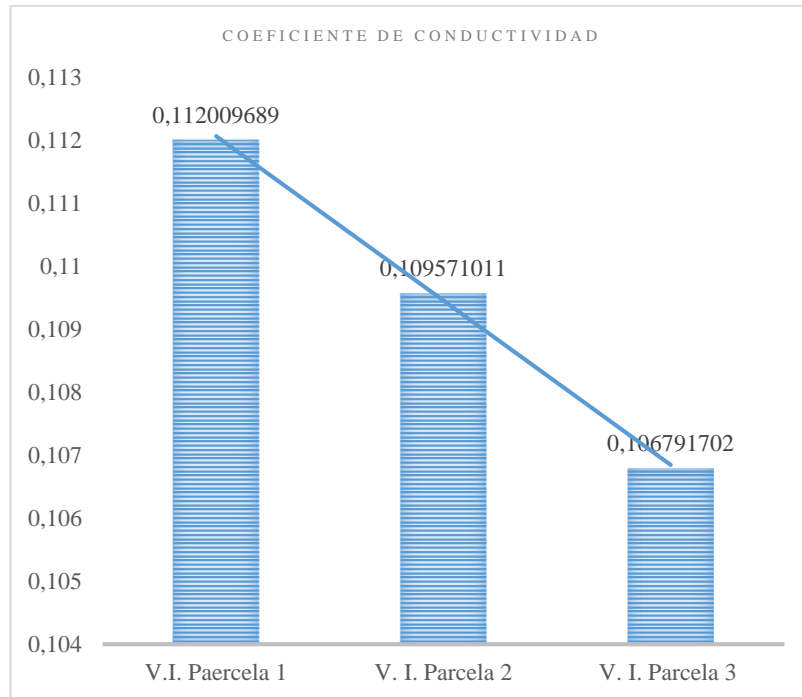
Log k= 1.460231199

k3= 28.85567244

Velocidad de infiltración

Vi= 0.10679 cm/min

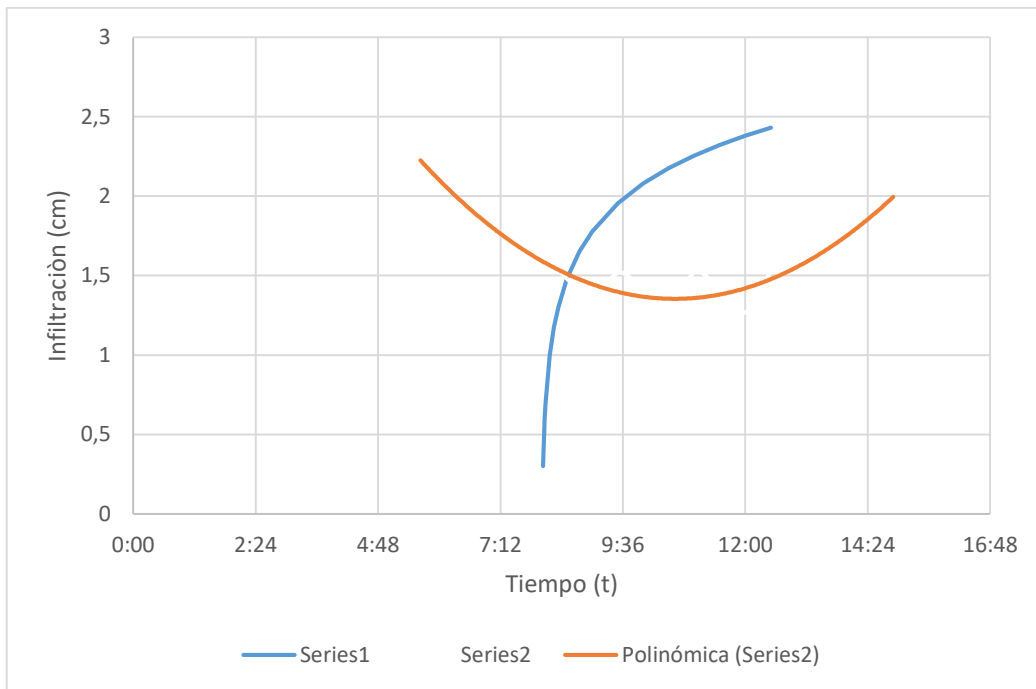
Gráfico 2.3. Conductividad hidráulica de las parcelas estudiadas



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

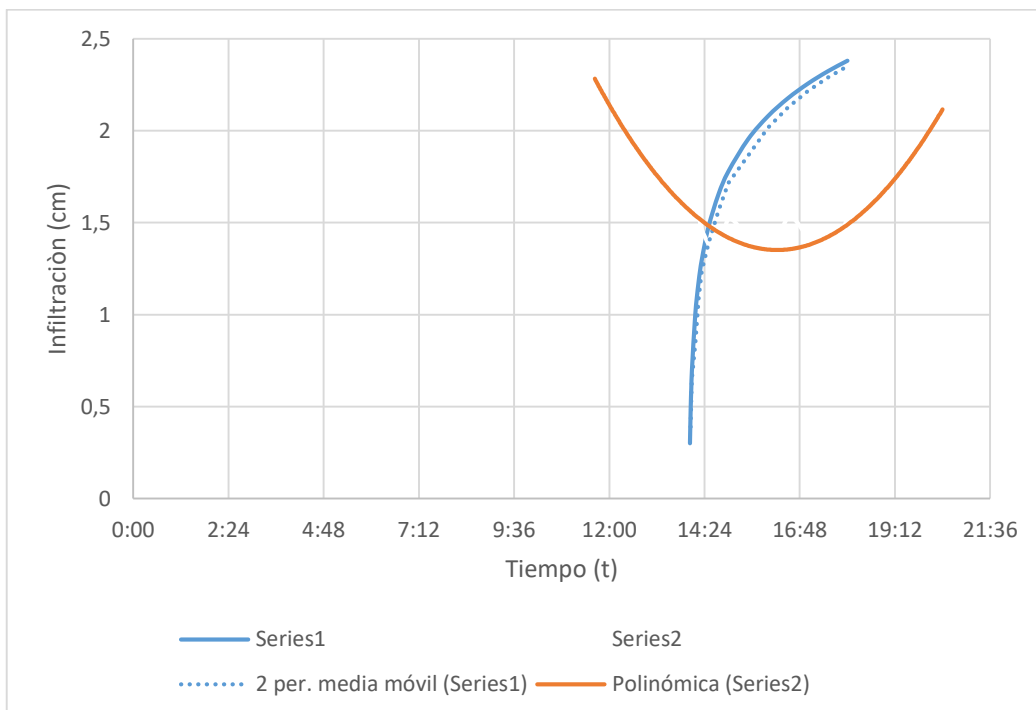
En la gráfica mostrada es necesario interpretar que la Conductividad hidráulica es decir la mayor o menor facilidad con la que el suelo de cada parcela para dejar pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo y la que presenta muy lenta la conductividad es la parcela 3, y todo lo contrario con la parcela 1 que presenta una conductividad muy rápida, en un resumen parcial y total de todas las parcelas se concluye que la conductividad promedio es moderadamente lenta.

Gráfico 3.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 1



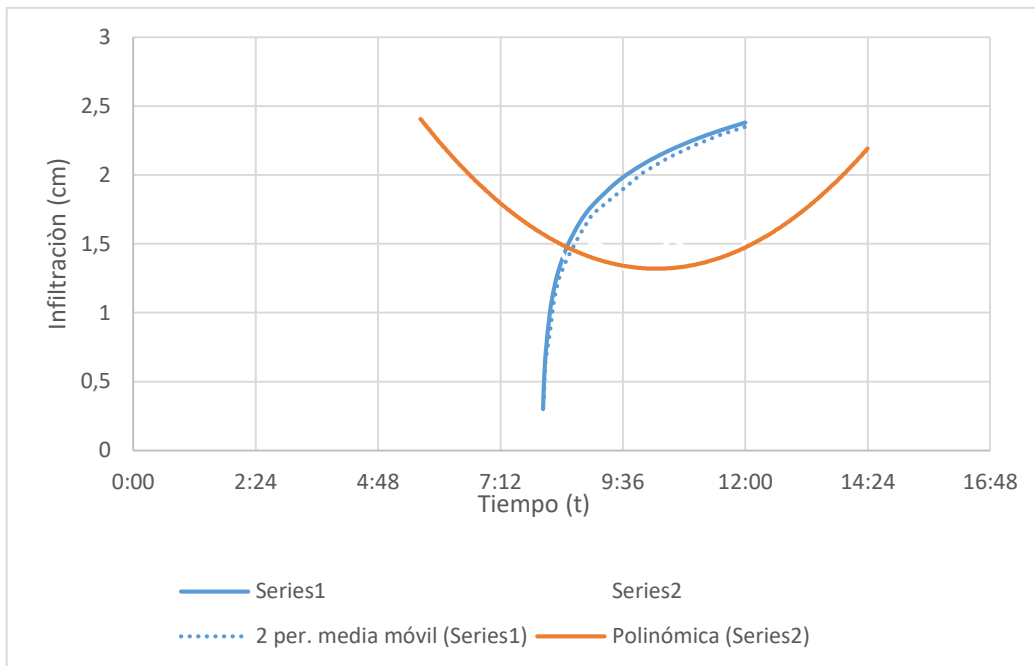
Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Gráfico 4.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 2



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Gráfico 5.3. Graficas de conductividad hidráulica y tiempo de exposición-Parcela 3



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Análisis

La gráfica de conductividad de las parcelas estudiadas se puede notar que la proyección de las gráficas es similar y con la misma proyección, siendo los valores porcentuales los que se reducen de parcela a parcela la conductividad promedio es moderadamente lenta.

Para verificar la veracidad de los datos se realiza la prueba de fiabilidad de datos Alfa de Cronbach. Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 17.3. Análisis Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,730	7

Fuente: Software SPSS

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Evidenciando un nivel aceptable de fiabilidad de datos.

Tabla 18.3. Correlación General de datos

		Correlaciones							
		Variación °C	Var. pH	Var. Infiltración	Var. Amoniaco	Var. Fósforo	Var. Potasio	Var. Ca	Var. Magnesio
Variación °C	Correlación de Pearson	1	,114	-,129	-,031	-,260	,320	,278	-,077
	Sig. (bilateral)		,769	,740	,936	,500	,401	,468	,843
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Variación pH	Correlación de Pearson	,114	1	,207	-,375	,055	-,118	-,126	-,791*
	Sig. (bilateral)	,769		,593	,320	,887	,761	,747	,011
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Variación Infiltración	Correlación de Pearson	-,129	,207	1	,352	,739*	-,127	,432	-,253
	Sig. (bilateral)	,740	,593		,353	,023	,746	,245	,511
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Var Amoniaco	Correlación de Pearson	-,031	-,375	,352	1	,291	,185	,707*	,002
	Sig. (bilateral)	,936	,320	,353		,448	,633	,033	,997
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Var. Fosforo	Correlación de Pearson	-,260	,055	,739*	,291	1	,452	,505	-,311
	Sig. (bilateral)	,500	,887	,023	,448		,222	,165	,416
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Var. Potasio	Correlación de Pearson	,320	-,118	-,127	,185	,452	1	,540	-,273
	Sig. (bilateral)	,401	,761	,746	,633	,222		,134	,478
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Var Mg	Correlación de Pearson	,278	-,126	,432	,707*	,505	,540	1	-,391
	Sig. (bilateral)	,468	,747	,245	,033	,165	,134		,299
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Var. Magnesio	Correlación de Pearson	-,077	-,791*	-,253	,002	-,311	-,273	-,391	1
	Sig. (bilateral)	,843	,011	,511	,997	,416	,478	,299	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

3.2 Análisis de fiabilidad con Alfa de Cronbach

Para determinar la fiabilidad de los datos se analiza mediante la consistencia interna es el método Alfa de Cronbach, para ello es necesario la aplicación del software estadístico SPSS. Para lo cual se utiliza los 9 indicadores de cada una de las parcelas, la cual determina el nivel de aceptación de los datos obtenidos.

Para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach se recomienda considerar los siguientes criterios generales:

- Coeficiente alfa $>.9$ es excelente
- Coeficiente alfa $>.8$ es bueno
- Coeficiente alfa $>.7$ es aceptable
- Coeficiente alfa $>.6$ es cuestionable
- Coeficiente alfa $>.5$ es pobre
- Coeficiente alfa $<.5$ es inaceptable

El objetivo del siguiente análisis de fiabilidad es establecer cuáles son las preguntas de la encuesta que contribuyen datos consistentes, para lo cual utilizaremos el método de Alfa de Cronbach, a continuación, se detallan a continuación

	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
Alfa de Cronbach	,625	5

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Por ende, los datos analizados para la evaluación de los indicadores en función de las parcelas que se han analizado. Encontrando que el aporte más importante de materia orgánica de fosforo, potasio, amoniaco y calcio.

3.3 Evaluación agroecológica del suelo

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA

Finca (o parcela): _____

Área de la Finca (parcela): _____

Peso del suelo seco

Capsula vacía=38 gr

Capsula con suelo= 5 gr

Luego de la estufa

Capsula + suelo seco= 40,9775gr

Suelo seco 2,9775 gr

% suelo seco=densidad aparente= 60,00%

% humedad= 40%

Tabla 19.3. Coeficiente isohúmico K1

Material	K ₁
Paja de cereales	0.1 – 0.2
Restos de praderas	0.2 – 0.3
Abonos verdes	0.2 – 0.3
Estiércol	0.4 – 0.7
Turba	Hasta 1

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Tabla 20.3. Coeficiente de mineralización k2

Clima y suelo	K ₂
Clima templado	
• Suelos arcillosos	0.01 – 0.02
• Suelos francos	0.015 – 0.025
• Suelos arenosos	0.02 – 0.03
Clima cálido	0.04 – 0.1

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

ENTRADAS

	Fuente	1.
1	Cantidad aportada (kg/año)	5
2	% materia seca (%)	0,6
3	Cantidad en materia seca (kg/año) 1x2	3
4	Coefficiente isohúmico <i>K1</i>	0,7
5	Total M.O formada (kg/año) 3x4	2,1

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

SALIDAS

	Fuente	Valor
1	Área del suelo estudiado (metros ²)	2
2	Profundidad de muestreo del suelo (metros)	0,35
3	Volumen de suelo (metros ³) 1x2	0,7
4	Densidad aparente del suelo	2,9775
5	Peso del suelo (kilos) 3 x 4 x 1.000	2084,25
6	% de suelo seco (%)	0,6
7	Peso de suelo seco (kilos) 5 x 6	1250,55
8	% de materia orgánica del suelo	0,1
9	Total de materia orgánica del suelo (kilos) 7 x 8	125,055
10	Coefficiente de mineralización <i>k2</i>	0,015
11	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año) 9 x 10	1,876

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

La textura del suelo es franca arcillosa

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA

Kilos %

%

1	Sumatoria totales de M.O formada (kg/año)	2,1	
2	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año)	1,876	
3	Balance de materia orgánica 1 – 2 y 1/2 (para el %)	0,224	1,12

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL- Productores

Región: Oriente	Asociación: Unión Chimborazo	Formato 03
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

Paisaje y Clima	Actividad Principal	Cultivo principal	Tamaño de Fincas	Orientación	No. Productores
Planicie y cálido húmedo	Agricultura	Maíz	5 ha	Norte: san José de guayusa Sur: parroquia san Luis de Armenia, parroquia urbana puerto francisco de Orellana Este: parroquia san Sebastián del Coca. Parroquia puerto francisco de Orellana. Oeste: parroquia san Luis de armenia y cantón el chaco	10
Planicie y cálido húmedo	Agricultura	Maíz	15 ha	Norte: san José de guayusa Sur: parroquia san Luis de Armenia, parroquia urbana puerto francisco de Orellana Este: parroquia san Sebastián del Coca. Parroquia puerto francisco de Orellana. Oeste: parroquia san Luis de armenia y cantón el chaco	20

					Total =30
--	--	--	--	--	-----------

Opciones

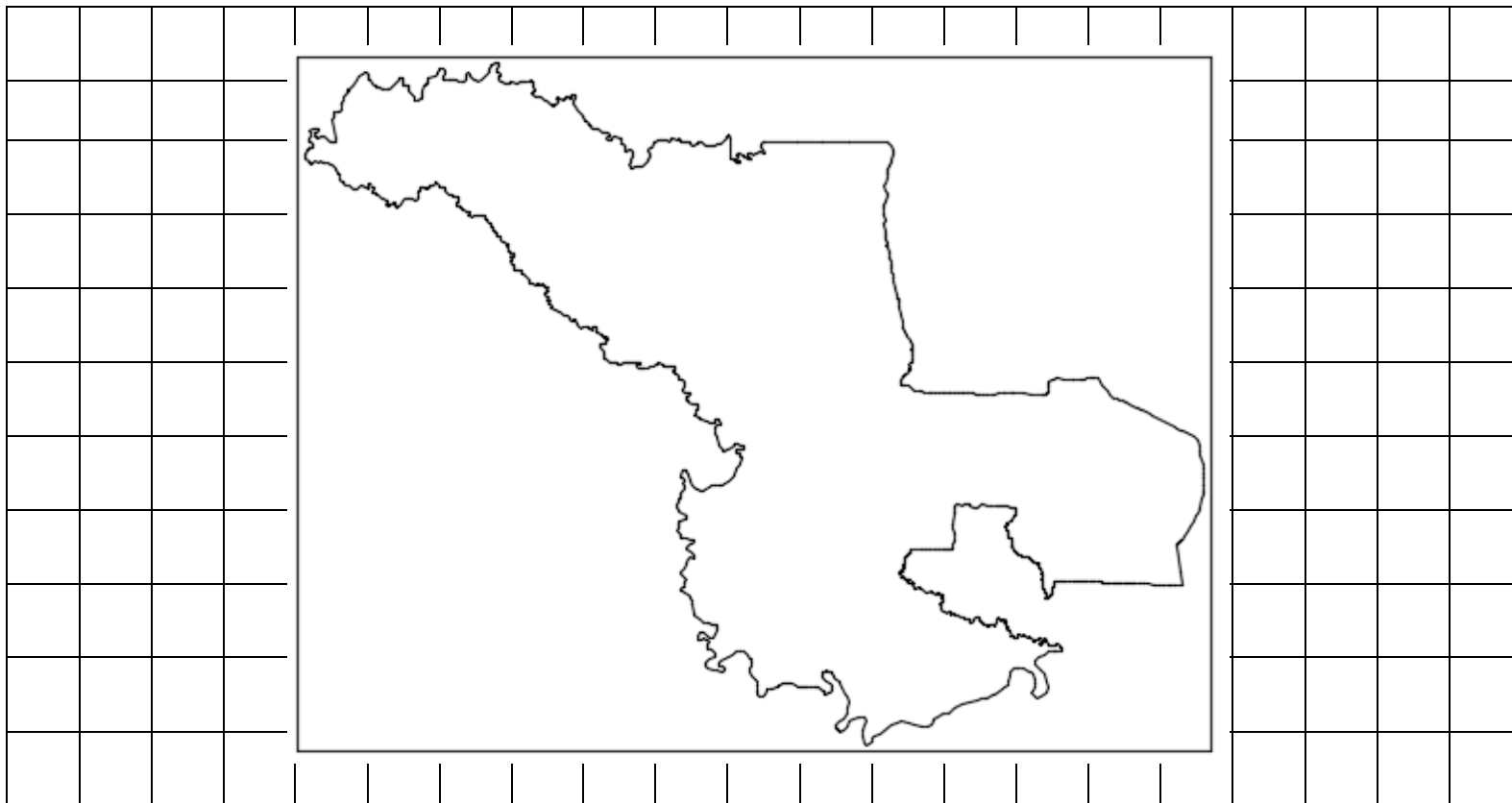
Montaña	Cálido	Agrícola,	Nombrar la principal especie cultivada. Si la actividad es pecuaria nombrar los pastos.	Grande	Convencional
Colina	Medio	Pecuaria		Mediana	Transición
Valle	Frío	Integrada		Pequeña	Ecología
Planicie, Otros		Otros		Otras	Otras.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL-MAPA GENERAL

Región: Oriente	Asociación: Unión Chimborazo	Formato 03	
Fecha de elaboración:30/08/2017	Elaborado por: GAD Francisco de	Página 02	



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA FINCA

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

Características	Descripción
Paisaje y relieve	Dentro de nuestra parroquia encontramos masas boscosas abundantes y humedales.
Precipitación, temperatura, estaciones, tipo o periodos climáticos	Precipitaciones promedias entre 3000 a 6000 mm anual, su temperatura mensual es de 22 a 26°c y un clima megatérmico lluvioso. (AROCALIDAD, 2009)
Tamaño de la finca, mano de obra, destino de la producción	El tamaño del terreno es de 5 ha para lo cual se requiere de 20 jornales para la siembra. El destino final del producto es para uso propio del socio agricultores. De la parroquia Unión de Chimborazo.
Actividad principal, cultivos más importantes y rotaciones	La actividad principal es la agricultura la cual es utilizada para producción de maíz, yuca y plátano. (EcuRed, 2017)
Pesticidas, frecuencia, objetivo de control	Rangel, glifosato, gramoxone se aplica en los primeros periodos de crecimiento del cultivo para el control de malezas ayuda al desarrollo de los cultivos de maíz.
Fertilizantes y abonos, tipo, cantidad, forma de aplicación	Entre los fertilizantes más utilizados por los agricultores en la zona son el 10-30-10, nitrato de amonio y urea las cuales se aplican al suelo y de forma foliar. Los porcentajes y las cantidades dependen del técnico. (Encuesta productores)
Selección y delimitación de la zona de estudio (parcela, lote, toda la finca)	Para el trabajo de investigación que se realizó se delimito mediante parcelas delimitando independientemente cada parcela y un tratamiento específico.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA- Mapa y zona de muestreo en la finca

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 04
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 02

			T1	P3	P2	P1 (Testigo)													
			T2	P2	P1 (Testigo)	P3													
			T3	P1 (Testigo)	P3	P2													

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

EVALUACIÓN DE INDICADORES- Calidad de suelo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 05
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

PARCELA # 1

1. Indicador: NH₄NO₃ (Nitrato de amonio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	31,2 ppm	5	6
Tratamiento 2	46,3 ppm	8	
Tratamiento 3	37,2 ppm	6	

2. Indicador: P (Fosforo) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	10,9ppm	4	4
Tratamiento 2	15,1ppm	6	
Tratamiento 3	9,8ppm	3	

3. Indicador: K (Potasio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	0,10ppm	2	2
Tratamiento 2	0,10ppm	2	
Tratamiento 3	0,10ppm	2	

4. Indicador: Ca(Calcio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	8,14ppm	2	3
Tratamiento 2	11,0ppm	3	
Tratamiento 3	10,49ppm	3	

5. Indicador: Mg(Magnesio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	1,52ppm	9	6
Tratamiento 2	1,08ppm	5	
Tratamiento 3	1,03ppm	5	

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Sumatoria	21
Promedio Calidad de Suelos	4,2

EVALUACIÓN DE INDICADORES- Calidad de suelo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 05
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 02

PARCELA # 2

1. Indicador: NH₄NO₃ (Nitrato de amonio)_____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	55,2 ppm	9	7
Tratamiento 2	33,5 ppm	6	
Tratamiento 3	32,7 ppm	6	

2. Indicador: P (Fosforo)_____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	16,1 ppm	5	4
Tratamiento 2	10,3 ppm	3	
Tratamiento 3	10,8 ppm	3	

3. Indicador: K (Potasio)_____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	0,17ppm	3	3
Tratamiento 2	0,12ppm	2	
Tratamiento 3	0,15ppm	3	

4. Indicador: Ca(Calcio)_____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	36,61ppm	10	6
Tratamiento 2	11,19ppm	3	
Tratamiento 3	13,63ppm	3	

5. Indicador: Mg(Magnesio)_____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	0,82ppm	4	5
Tratamiento 2	1,11ppm	6	
Tratamiento 3	0,82ppm	4	

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Sumatoria	25
Promedio Calidad de Suelos (sumatoria/10)	5

EVALUACIÓN DE INDICADORES- Calidad de suelo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 05
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 02

PARCELA # 3

1. Indicador: NH₄NO₃ (Nitrato de amonio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	28,2ppm	5	6
Tratamiento 2	29,6 ppm	5	
Tratamiento 3	42,0 ppm	8	

2. Indicador: P (Fosforo) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	13,9ppm	4	5
Tratamiento 2	16,9 ppm	6	
Tratamiento 3	10,5 ppm	3	

3. Indicador: K (Potasio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	0,12 ppm	2	3
Tratamiento 2	0,18 ppm	3	
Tratamiento 3	0,16 ppm	3	

4. Indicador: Ca (Calcio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	14,02ppm	4	4
Tratamiento 2	12,72ppm	3	
Tratamiento 3	12,54ppm	3	

5. Indicador: Mg (Magnesio) _____

Clase descriptiva	Resultados de análisis	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Tratamiento 1	0,42ppm	2	4
Tratamiento 2	1,04ppm	5	
Tratamiento 3	1,07ppm	5	

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Sumatoria	22
Promedio Calidad de Suelos	4,4

EVALUACIÓN DE INDICADORES- Calidad y salud de cultivos

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 06
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

1. Indicador: Apariencia del cultivo _____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
presencia de color amarillento	3	3
variación en el desarrollo de las plantas	4	
presencia de mortalidad de plantas	1	

2. Indicador: Nivel de incidencia de enfermedades _____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
presencia de cogollero en el cultivo	6	

3. Indicador: Tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor)

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
marchites en el cultivo	4	4
amarilleamientos	3	

4. Indicador: Tolerancia del cultivo a malezas _____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Afecta la plantación	5	5
Asimila el nitrógeno del suelo que necesita el cultivo	6	
Abunda variedades de insectos que dañan el cultivo	4	
Afecta la plantación	5	

5. Indicador: Crecimiento del cultivo y raíces _____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Bajo nivel de crecimiento por presencia de factores internos y externos.	3	3

6. Indicador: Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de especies de árboles de sombra, e incluso malezas dominantes) _____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
presencia de sombra en la plantación	4	
crecimiento radicular escaso	2	

7. Indicador: Diversidad genética (número de variedades de maíz)_____

Clase descriptiva	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Trueno	1	1
Tusilla	1	
Relámpago	1	

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Sumatoria	25
Promedio Calidad de Suelos (sumatoria/10)	3,57

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 07
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

Calidad de Suelos- Parcela 1

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
NH ₄	6	El nivel de NH ₄ se encuentra en un nivel medio, ligeramente ácido y óptimo para el cultivo de maíz de acuerdo al Manual de buenas prácticas para el cultivo de maíz.
P	4	El máximo nivel de Fosforo que se puede encontrar es de 30ppm. Siendo un valor alto en este contenido.
K	2	El nivel de potasio es bajo cuando es menor a 0,10 meq/100ml de acuerdo al INIAP
Ca	3	El INIAP menciona en sus estándares que es alto de calcio igual o superior a 40 meq/100ml
Mg	6	El nivel de magnesio tiende a ser medio bajo, de acuerdo a los estándares establecidos por el INIAP
pH	6,22	El pH igual a 7 es neutro, uno menor que 7 es ácido, y si es mayor que 7 es básico, en este caso es ácido.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 07
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

Calidad de Suelos- Parcela 2

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
NH ₄	7	El nivel de NH ₄ se encuentra en un nivel medio como se evidencia en la evaluación de las características del suelo realizados en el INIAP.
P	4	El máximo nivel de Fosforo que se puede encontrar es de 30ppm siendo un valor aceptable (AROCALIDAD, 2009).
K	3	El nivel de potasio es bajo cuando es menor a 0,10 meq/100ml, esto se evidencia en los estándares del de la evaluación del INIAP.
Ca	6	El indicador es alto de calcio igual o superior a 40 meq/100ml según los estándares establecidos en el INIAP
Mg	5	El Mg se encuentra en un nivel intermedio de acuerdo a los estándares del INIAP, siendo valores aceptables para el cultivo de maíz.
pH	6,21	El pH igual a 7 es neutro, uno menor que 7 es ácido, y si es mayor que 7 es básico, en este caso es ácido.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión Chimborazo	Formato 07
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	Página 01

Calidad de Suelos- Parcela 3

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
NH ₄	6	El nivel de NH ₄ se encuentra en un nivel medio.
P	5	El máximo nivel de Fosforo que se puede encontrar es de 30ppm. En este caso se encuentra en un nivel intermedio y aceptable para el cultivo de maíz.
K	3	El nivel de potasio es bajo cuando es menor a 0,10 meq/100ml. En este caso es un porcentaje inferior según los datos obtenidos en la evaluación del INIAP.
Ca	4	El indicador es alto de calcio igual o superior a 40 meq/100ml
Mg	4	El Mg es mínimo y representa que existen falencias en el tratamiento siendo un valor óptimo un nivel de 10, esto en base a los estándares del INIAP
pH	6,42	El pH igual a 7 es neutro, uno menor que 7 es ácido, y si es mayor que 7 es básico, en este caso es ácido.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Tabla 21.3. Resumen valor de campo

Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
0,42	0,5	0,44

Tabla 22.3. Índices de calidad del suelo

Índice de calidad de suelos	Escala	Clases
Muy alta calidad	0,80-1,00	1
Alta calidad	0,60-0,70	2
Moderada calidad	0,40-0,59	3
Baja calidad	0,20-0,39	4
Muy baja calidad	0,00-0,19	5

Fuente: (CANTÚ, BECKER, BEDANO, & SCHIAVO, 2007)

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

La calidad del suelo de las parcelas estudiadas según los indicadores para la evaluación agroecológica del suelo, las parcelas de la parroquia Unión Chimborazo se encuentran en la calidad “Moderada”, determinando que la parcela que tiene mayor índice de calidad es la “Parcela 2”, con un valor del indicador de 0,5, lo que indica que el mejor tratamiento para el suelo del sector y que representa un mejor rendimiento en función de sus micronutrientes es 18 días después de la siembra, aplicar 8gr/planta de 10-30-10, a 10 cm de la planta. 28 días después de la siembra, aplicar 20 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta. 38 días después de la siembra, aplicar 30 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta.

Calidad y Salud de Cultivos

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
Apariencia del cultivo	3	La coloración y fijación aparente del cultivo está en función del suelo.
Nivel de incidencia de enfermedades	6	Por el monocultivo de maíz, es propenso a enfermedades.
Tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor)	4	El cultivo tolera el porcentaje de sequía, que no se presenta recurrentemente al año, es más resistente a la variación climática y la humedad.

Tolerancia del cultivo a malezas	5	Por su textura y tamaño el cultivo de maíz presenta tolerancias a las malezas.
Crecimiento del cultivo y raíces	3	No existe un gran crecimiento del cultivo en las raíces.
Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de especies)	3	Existen pocas variedades vegetales distintas al maíz.
Diversidad genética (número de variedades de maíz)	1	En el sector en su gran mayoría se cultiva solo maíz en grandes cantidades y no existe variedad genética.

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA/ ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Es evidente que la materia orgánica está compuesta de los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo. Los materiales de desecho son más difíciles de descomponer que el material original de las plantas y los animales, pero pueden ser usados por un gran número de organismos.

Se realizó el análisis de actividad biológica en cada una de las parcelas de estudio y los resultados esperados se muestran a continuación:

Tabla 23.3. Resultados de actividad biológica

N°	Característica	Resultado
1	Muestra del suelo 1	1,85 ml
	Muestra blanco	Nulo
2	Muestra del suelo 2	1,75 ml
	Muestra blanco	Nulo
3	Muestra del suelo 3	1,80 ml
	Muestra blanco	Nulo

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

El método utilizado se detalla a continuación:

a) Principio del método

Células vivas necesitan constantemente energía la que, para los organismos heterotróficos proviene de la transformación de materia orgánica. Como producto final, liberan CO₂. Para medir la respiración potencial (requiere decir bajo condiciones óptimas de sustrato y

temperatura), el CO₂ liberado desde una muestra de suelo mezclada con glucosa se recoge en NaOH, y se determina mediante titulación con HCl.

El método presentado aquí es muy sencillo. Existen otros métodos, basados en principios similares, que utilizan equipos grandes y sofisticados para conducir el ensayo e incluso pueden monitorear el desprendimiento de CO₂ continuamente, lo que permite trazar curvas e interpretar los resultados de manera amplia.

b) Aplicación

Determinación de la respiración potencial de suelos para fines comparativos.

c) Reactivos y materiales

Botellas SCHOTT de 250 ml, organza de imprenta, incubadora (30°C), bureta de titulación.

Agua destilada libre de CO₂ hervir el agua destilada por 2 min y enfriar.

Glucosa (substrato)

NaOH 1 M 20 g NaOH en 300 ml ad.

HCL 0,5 M solución valorada

BaCl₂ 1 M 24,42 g Ba Cl₂ en 100 ml a.d

Fenolftaleina

d) Procedimiento

Calibración y blancos

Se preparan tres blancos sin muestras de suelo en la funda de organza.

Preparación de las muestras.

Pesar 20 gr de cada muestra

Pesar 0,2 g de cada muestra

Pesar 0,2 g glucosa de papel aluminio, Mezclar cuidadosamente el suelo con la glucosa.

Poner mezcla en una funda de organza, poner 10 ml de NaOH en la botella de SCHOTT.

Colgar la funda de organza dentro de las botellas y cerrar herméticamente.

Incubar por 4 horas a 30°C

Después de la incubación se retiran cuidadosamente las fundas en las botellas y unas gotas de fenolftaleina

Cada muestra debe conducirse por triplicado.

Reacciona el bicarbonato formado con el cloruro de bario, y precipita bario carbonato.

Determinación

El NaOH que no ha reaccionado con el CO₂ se titula con HCL hasta que desaparezca el color del indicador.

1 ml HCL M equivale a 2,2 mg CO₂

1ml HCL 0,5 M equivale a 1,1 mg CO₂

e) Cálculos de resultados

1,75 ml

$$\text{gCO}_2 = \text{milimoles NaOH exceso} - \text{milimoles HCl} \times \frac{PM_{CO_2}}{1000}$$

$$\text{gCO}_2 = (20 \times 0,5 - 1,75 \times 0,5) \times \frac{44 \text{ CO}_2}{1000 \text{ ml}}$$

$$\text{gCO}_2 = (10 - 0,875) \times 0,044$$

$$\text{gCO}_2 = 9,125 \times 0,044$$

$$\text{gCO}_2 = 0,4015 \text{ gCO}_2$$

Peso de la muestra = 20g

$$\frac{0,4015 \text{ gCO}_2}{20 \text{ g}} = \frac{X}{1000 \text{ g}}$$

$$x = \frac{0,4015 \text{ gCO}_2 \times 1000 \text{ g}}{20 \text{ g}}$$

$$x = \frac{20,075 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo}}$$

$$\frac{X}{1 h} = \frac{\frac{20,075 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo}}}{5h}$$

$$x = \frac{4,015 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo} \times h}$$

1,80 ml

$$\text{gCO}_2 = \text{milimoles NaOH exceso} - \text{milimoles HCl} \times \frac{PM_{CO_2}}{1000}$$

$$\text{gCO}_2 = (20 \times 0,5 - 1,80 \times 0,5) \times \frac{44 \text{ CO}_2}{1000}$$

$$\text{gCO}_2 = (10 - 0,9) \times 0,044$$

$$\text{gCO}_2 = 9,1 \times 0,044$$

$$\text{gCO}_2 = 0,4004 \text{ gCO}_2$$

Peso de la muestra = 20g

$$\frac{0,4004 \text{ gCO}_2}{20 g} = \frac{X}{1000}$$

$$x = \frac{0,4004 \text{ gCO}_2 \times 1000g}{20 g}$$

$$x = \frac{20,2 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo}}$$

$$\frac{X}{1 h} = \frac{\frac{20,2 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo}}}{5h}$$

$$x = \frac{4,004 \text{ gCO}_2}{\text{Kg suelo} \times h}$$

1,85 ml

$$\text{gCO}_2 = \text{milimoles NaOH exceso} - \text{milimoles HCl} \times \frac{PM_{CO_2}}{1000}$$

$$gCO_2 = (20 \times 0,5 - 1,85 \times 0,5) \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1000}$$

$$gCO_2 = (10 - 0,925) \times 0,044$$

$$gCO_2 = 9,075 \times 0,044$$

$$gCO_2 = 0,3993 \text{ g}CO_2$$

Peso de la muestra = 20g

$$\frac{0,3993 \text{ g}CO_2}{20 \text{ g}} = \frac{X}{1000 \text{ g}}$$

$$x = \frac{0,3993 \text{ g}CO_2 \times 1000 \text{ g}}{20 \text{ g}}$$

$$x = \frac{19,965 \text{ g}CO_2}{Kg \text{ suelo}}$$

$$\frac{X}{1 \text{ h}} = \frac{\frac{19,965 \text{ g}CO_2}{Kg \text{ suelo}}}{5 \text{ h}}$$

$$x = \frac{3,993 \text{ g}CO_2}{Kg \text{ suelo } \times \text{ h}}$$

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se compara los tratamientos del suelo en sus actividades microbiológicas sin considerar las características físico-químicas por ende se puede identificar que aproximadamente 4,04 gramos de CO₂ es emanado por cada kilogramo de suelo en una hora, identificando un nivel aceptable para el cultivo de maíz.

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión de Chimborazo	Formato 05
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	

1. Indicador: Balance de Nutrientes

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Entradas muy deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, el % de balance de cada nutriente es <60%. O por lo menos dos nutrientes tiene un % de balance > 250%.		5
Entradas deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, máximo dos nutrientes no compensan las salidas y el % de balance total esta entre 60 a 90%. O un nutriente tiene un % de balance >250%.	5	
Equilibrio de las entradas y las salidas, el % de balance de cada nutriente esta entre 90 a 150%.		
Equilibrio en el balance y mejoramiento de nutrientes, el % de balance de cada nutriente esta entre 150 a 250%.		

2. Indicador: Balance de Materia Orgánica

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 30%.		9
Bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 60%.		
Aporte medio de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica entre 60%.y el 90%		
Equilibrio y acumulación de materia orgánica fresca, y adecuada utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica es superior al90%	9	

3. Indicador: Estructura del suelo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Sin estructura (masiva o granos sueltos) o cualquier tipo de estructura, con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.		5
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes		
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes	5	
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes.		

4. Indicador: Profundidad efectiva

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Suelos muy resistentes a la penetración, con alta pedregosidad y/o condiciones muy húmedas		6
Suelos resistentes a la penetración, moderadamente pedregosos y/o condiciones húmedas	6	
Suelos moderadamente resistentes, poco pedregosos, y/o poco húmedos		
Suelos sin resistencia, sin pedregosidad, sin humedad		

5. Indicador: Actividad Biológica del Suelo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
No se observan invertebrados, lombrices ni túneles		8
Se ven muy pocos invertebrados, lombrices y túneles		
Presencia moderada de invertebrados, lombrices y túneles	8	
Alta presencia de invertebrados, lombrices y túneles		

6. Indicador: Estado de la materia orgánica superficial

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Presencia generalizada de residuos poco descompuestos, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable		6
Presencia generalizada de residuos parcialmente descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable		
Presencia generalizada de residuos bien descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable	6	
Presencia generalizada de residuos poco descompuestos, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable		

7. Indicador: Cobertura del suelo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
El suelo está desnudo durante todo el año		8
El suelo tiene una cobertura entre el 0 al 40%, durante por lo menos 6 meses del año		
El suelo tiene una cobertura entre el 40 al 80%, durante por lo menos 10 meses del año	8	
El suelo tiene una cobertura mayor del 80%, durante más de 10 meses		

8. Indicador Condiciones de aireación del suelo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Aireación media, la suspensión de CaCO ₃ penetra lentamente en la muestra de suelo		7
Buena aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra rápidamente en la muestra de suelo	7	
Baja aireación, a suspensión de CaCO ₃ penetra muy lentamente la muestra de suelo		

9. Indicador: Control de la erosión

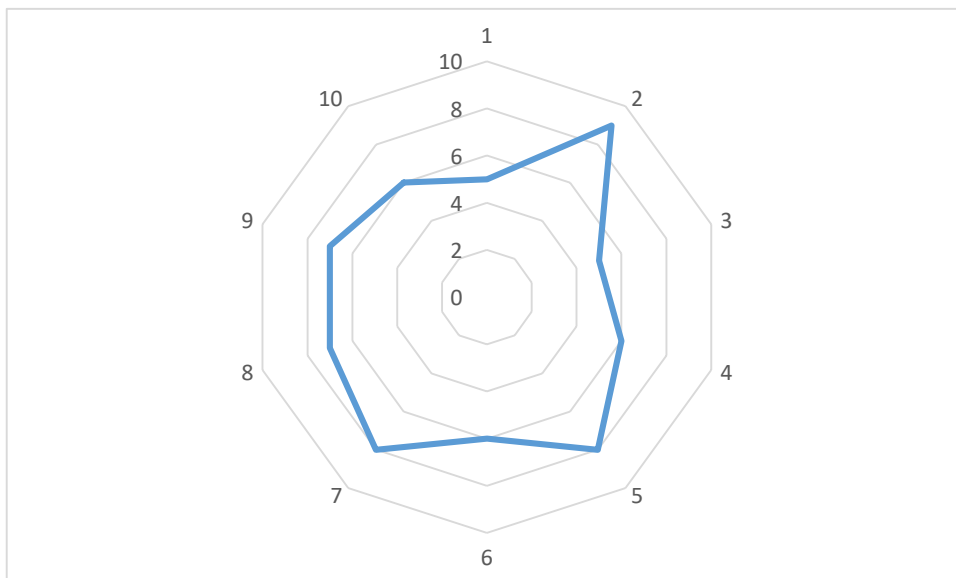
Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en
Control muy bajo, más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 90 al 100% del horizonte A se ha perdido.	7	7
Control bajo, entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 50 al 80% del horizonte A se ha perdido.		
Control moderado, entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 80 al 99% del horizonte A se ha perdido.		
Control alto		

10. Indicador: Velocidad de infiltración

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en
Muy Lenta , < 1,5 cm/ hora.	6	6
Lenta, 1,5 – 5,0 cm/ hora.		
Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora		
Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora		

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Sumatoria	67
Promedio Calidad de Suelos (sumatoria/10)	6,7



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

Nombre del Productor: Asociación	Nombre de la Finca: Unión de Chimborazo	Formato 06
Fecha de elaboración: 30/08/2017	Realizado por: Jiménez Gladys, 2018	

1. Indicador: Apariencia del Cultivo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional		5
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance		
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional	5	
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema		

2. Indicador: Crecimiento del Cultivo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo		8
Cultivo más denso pero no muy uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aun delgados		
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos y firmes	8	
Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo		

3. Indicador: Resistencia o tolerancia al estrés

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés.		8
Moderada resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de estrés, afectando parcialmente su desarrollo.		
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés.	8	
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés.		

4. Indicador: Control Incidencia de plagas y enfermedades

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades		7
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades		
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades		
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades	7	

5. Indicador: Control competencia por arvenses

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Control bajo, las arvenses compiten con los cultivos en el 100% de los momentos críticos.		7
Control medio, las arvenses compiten con los cultivos en el 50% de los momentos críticos	7	
Control alto, las arvenses están presentes en los momentos críticos o todo el tiempo del cultivo, pero no compiten		

6. Indicador: Rendimiento

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo, el rendimiento es < 60% del promedio local		7
Bajo, el rendimiento esta entre 60 - 85% del promedio local	7	
Aceptable, el rendimiento esta entre 85 - 100% del promedio		
Optimo, el rendimiento es > 100% del promedio local		

7. Indicador: Diversidad Genética

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Baja, solo una variedad por especie cultivada		7
Media, dos variedades por especie cultivada, dominancia > 70% de una variedad	7	
Alta, más de dos variedades por especie cultivada, ninguna variedad domina más del 50% en el cultivo		
Baja, solo una variedad por especie cultivada		

8. Indicador: Diversidad específica y espacial

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, una sola especie cultivada		8
Baja, dos especies no asociadas donde una especie ocupa > 70% del área cultivada, o, dos especies asociadas donde una predomina con más del 70% y ocupan igual estrato de cultivo.	8	
Media, 2 especies no asociadas, con máximo de un 70% del área por una especie, o, 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y por lo menos una es arbórea		
Alta, > 2 especies no asociadas, con máximo de un 50% del área por una especie, o, > 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y son herbáceas, arbustivas y arbóreas.		

9. Indicador: Vegetación natural

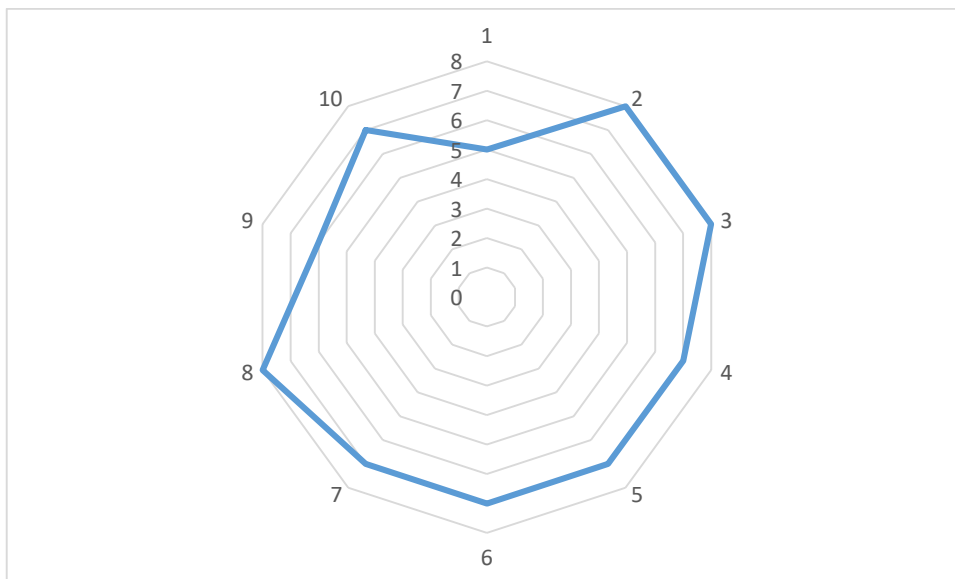
Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, no hay áreas naturales en el agro ecosistema		6
Baja, < 2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.	6	
Media, entre un 2 – 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.		
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias		

10. Indicador: Sistema de manejo

Clase descriptiva	Rangos (1 al 10)	Valor en campo
El 100% de los insumos no son orgánicos y el 100% se compran		7
Entre un 1 – 60% de los insumos son orgánicos y se elaboran en	7	
Entre un 60 – 99% de los insumos son orgánicos y se elaboran en		
El 100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca		

Sumatoria	70
Promedio Calidad y Salud de Cultivos (sumatoria/10)	7,0

Realizado por: Jiménez Gladys, 2018



Realizado por: Jiménez Gladys, 2018

Resultados

En la temperatura los valores en entre los cuales no difieren significativamente, esto posiblemente se deba a que los fertilizantes químicos con sus respectivas dosis y

profundidad de aplicación no influye en la temperatura del suelo puesto que no propicia fermentación en el suelo.

El pH y cuyos valores no muestran diferencias significativas, pero el PH resultante se debe a la deficiencia de nutrientes esenciales, tales como K, Ca y Mg, como se evidencia en los resultados del laboratorio. Concluyendo que es necesario la aplicación de estos micro elementos como K, Ca y Mg. Si el pH del suelo se encuentra por debajo de 5.5 podría tener como resultado rendimientos reducidos y hacerle daño al cultivo del maíz, la fertilización intensiva con abonos a base de amonio o abonos de amonio-formados (urea). La infiltración diferencias significativas las características se reducen al mínimo el nivel de infiltración esto se debe a que al transcurrir el tratamiento al siguiente tratamiento no se remueve el suelo por ende se vuelve más compacto e imposibilita la velocidad de ingresar en el suelo los flujos de agua. Y la más cantidad de amoniaco y la cantidad aporta en este tratamiento no es suficiente

Con un aporte adecuado de Fosforo crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo, entonces se puede evidenciar que la cantidad aportada de fósforo en la planta es la adecuada ya que no presenta decrecimiento.

Las cantidades de Potasio no son significativas y los beneficios del calcio son que Promueve el alargamiento celular, por ende, el desarrollo de la planta de maíz.

Los nutrientes aplicados en los tratamientos no poseen magnesio, una buena cantidad de Magnesio aumenta la actividad fotosintética y mantiene un buen crecimiento permitiendo altos rendimientos del cultivo de maíz

La Conductividad hidráulica pasa de la parcela uno de mayor a menor facilidad con la que el suelo de cada parcela para dejar pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo y la que presenta muy lenta la conductividad es la parcela 3, y todo lo contrario con la parcela 1 que presenta una conductividad muy rápida, en un resumen parcial y total de todas las parcelas se concluye que la conductividad promedio es moderadamente lenta.

En el sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos se evidencia que los indicadores que tienen mayor grado de significancia es la parcela número dos, por ende, el mejor tratamiento y que mejor se comporta es la aplicación a los 18 días después de la siembra, aplicar 8gr/planta de 10-30-10, a 10 cm de la planta. 28 días después de la siembra, aplicar 20 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la

planta y 38 días después de la siembra, aplicar 30 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta, encontrando un valor del indicador de 0,5 lo que a comparación con la tabla 23.3, relaciona una calidad moderada para el suelo en estudio.

En las actividades microbiológicas se puede identificar que aproximadamente 4,04 gramos de CO₂ es emanado por cada kilogramo de suelo en una hora, identificando un nivel aceptable para el cultivo de maíz.

En la evaluación de los indicadores generales se nota que los valores son de 6,4 y 7 respectivamente, lo que muestra un enfoque aceptable de los indicadores considerando que las prácticas de cultivo de maíz se realizan de manera tradicional, sin control de erosión del suelo y poco control de maleza que forman parte del análisis de indicadores.

CONCLUSIONES

- Se determinó los parámetros fisicoquímicos del suelo utilizados en la siembra de los cultivos de maíz como son: Temperatura 25,50, pH 6,22, Infiltración 32,16, Amoniac 47,83, Fósforo 16,03, Potasio 0,17, Calcio 13,27 y Magnesio 1,24 estos resultados en el tratamiento 1, y en el tratamiento 2: Temperatura °C 25,57, pH 6,24, Infiltración (cm) 32,01, Amoniac (g) 33,97, Fósforo (g) 11,87, Potasio (g) 0,13, Calcio (g) 12,96, Magnesio (g) 1,05, y en el tratamiento 3 de: Temperatura °C 25,70, pH 6,40, Infiltración (cm) 31,23, Amoniac (g) 30,17, Fósforo (g) 10,20, Potasio (g) 0,10, Calcio (g) 9,88, Magnesio (g) 0,69; analizando estos factores en cada una de las parcelas estudiadas. Y analizadas en el INIAP
- Se estableció que de acuerdo a los indicadores para la evaluación agroecológica del suelo, las parcelas se encuentran en la calidad en el índice “Moderada”, determinando que la parcela que tiene mayor índice de calidad es la “Parcela 2”, con un valor del indicador de 0,5, lo que indica que el mejor tratamiento para el suelo del sector y que representa un mejor rendimiento en función de sus micronutrientes es 18 días después de la siembra, aplicar 8gr/planta de 10-30-10, a 10 cm de la planta. 28 días después de la siembra, aplicar 20 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta. 38 días después de la siembra, aplicar 30 gr/planta de Nitrato de Amonio, a 30 cm de la planta.
- Se evaluó la cantidad de actividad biológica en el cultivo de maíz con 4,04 gramos de CO₂ es emanado por cada kilogramo de suelo en una hora, identificando un nivel aceptable para el cultivo de maíz.

RECOMENDACIONES

- La capacitación al personal que trabaja en estos cultivos es trascendental, para mejorar el rendimiento del cultivo y la calidad del suelo.
- Utilizar el componente de aporte de materia química en correctas dosificaciones recomendado en el estudio de investigación realizado.
- Las comparaciones de resultados se realizan con estándares de buenas prácticas para el cultivo de maíz, en caso de evaluar la calidad del suelo para otro tipo de cultivo se debe considerar parámetros acordes al cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, D. B. *MAplicaciones prácticas de cultivos de maiz y experimentación.* (28 de septiembre de 2016). [En línea]. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos/elmaiz/elmaiz.shtml>

ÁLCAREZ, R. *Metodología de la investigación: Operacionalización de Variables.* Medellín: McGraw-Hill. (2012) pp. 23

AROCALIDAD. *Buenas practicas agricolas para el maiz duro.* Quito-Ecuador: Publicación DI. (2009). pp. 34-38.

Banco Atlas.. abc Color. (11 de Agosto de 2017). Nutrientes del suelo [En línea]. Obtenido de: <http://www.abc.com.py/articulos/nutrientes-del-suelo-866315.html>

Cantú, M. P., Becker, A., Bedano, J. C., & Schiavo, H. F. *Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices.* (Tesis). (Pregrado) Córdoba: Universidad Nacional de Río Cuarto. Departamento de Geología, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba (2007) pp. 68

Contandriopoulos, A., Champagne, F., Potvin, L., Denis, J., & Boyle, P. *Preparar un proyecto de investigación.* Barcelona, España: SG Editores. (1991). pp. 54

EcuRed. *Conocimiento con todos y para todos.* (10 de junio de 2017). [En línea]. Obtenido de https://www.ecured.cu/Calidad_del_suelo

Espinosa, J. *educarm- fertilizantes Glosario de Términos Utiles en Nutricion y Fertilizantes.* (01 de 07 de 2004). [En línea]. Obtenido de: http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/glosario_fertilizantes.pdf

FAO . *Contexto Ganadero-Estudios de suelos.* (14 de diciembre de 2015). [En línea] Obtenido de: <http://www.contextoganadero.com/reportaje/los-suelos-estan-en-peligro-pero-la-degradacion-puede-revertirse>

Fertilizer.org. (2002). *Los fertilizantes y sus usos*. Paris: World Fertilizer use Manual. Obtenido de [//ihgdgpjankaehldoaimdlekdjdkjghe/viewer.html#http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf](http://ihgdgpjankaehldoaimdlekdjdkjghe/viewer.html#http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf)

Flores, H. D. *Guía Técnica de cultivo de maíz*. Salvador: Editorial CENTA. (2016). [En línea]. Obtenido de repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf

García, C., & Rodríguez, G. D. *Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en sinaloa*. Bogota-Colombia: Ra Ximhai, (2012) pp. 1-10.

Hernandez, A. A., & Hansen, A. *Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos*. D.F. México:Revista internacional de contaminación ambiental, (2011). pp. 2.

HERNÁNDEZ, J. C. *Diseño de un sistema de ordeño mecánico portátil*. Medellin-Colombia: UNIVERSIDAD EAFIT. (2010). pp 68-79

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2010). *VICenso de población*. Riobamba-Ecuador: UNFPA. [En línea]. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/.../Fasciculo_Riobamba.pdf

Leal , S., et.al. *Residuos de plaguicidas horganoclorados*. D.F.-México: Terra latinoamericana, (2014) p.p 1-11.

Morell. *LeccionRH21 Contaminación de origen agrícola*. (17 de Diciembre de 2007). Grupo de Gestión de Recursos Hídricos [En línea] Obtenido de: <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH21.pdf>

Moreno, C., González, M. I., & Egido, J. A. *Influencia del manejo sobre la calidad del suelo*. Slamanca-España: Universidad de Salamanca. (2015). [En línea]. Obtenido de www.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorescalidad/index.php/revista/article/download/4/

Moreno, J. A., & López, M. G. *Desarrollo agrícola y uso de agroquímicos en el valle de Mexicali*. Cali-Colombia:Estudios Fronterizos, (2005). 119-153.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Portal de Suelos de la FAO*. España: FAO. (2017) [En Línea] Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

Silva, S. M., & Correa, F. J. *Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica*. México: Semestre Económico (2009), pp. 13-34.

Soletanche BACHY. *Mejoramiento de Suelos*. (13 de Septiembre de 2017). [En línea]Obtenido de http://www.soletanche-bachy.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=234

Uribe, F. *Factores en la degradación del suelo*. (1 de noviembre de 2012). [En línea] Obtenido de: <http://www.hortalizas.com/cultivos/factores-en-la-degradacion-del-suelo/>

