

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de fin de carrera titulado:

“Evaluación de eficiencia de los fertilizantes (fosfato diamónico, estiércol bovino y humus), en un ciclo de cultivo de rábano (*Raphanus sativum*) en Anchilivi lote 41, Salcedo, Cotopaxi, Ecuador, 2014”

Realizado por:

JULIA MARCELA TOAPANTA ZAPATA

Director del proyecto:

MSc. SULY RODRÍGUEZ

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Quito - Ecuador

2014



DECLARATORIA JURAMENTADA

Yo, Julia Marcela Toapanta Zapata, con cedula de identidad 171764409-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional, y que ha consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaro, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Julia Marcela Toapanta Zapata

171764409-8



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“Evaluación de eficiencia de los fertilizantes (fosfato diamónico, estiércol bovino y humus), en un ciclo de cultivo de rábano (*Raphanus sativum*) en Anchilivi lote 41, Salcedo, Cotopaxi, Ecuador, 2014”

Realizado por:

JULIA MARCELA TOAPANTA ZAPATA

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO

ha sido dirigido por el/la Profesor (a)

SULY RODRÍGUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

Msc. Suly Rodríguez

DIRECTOR (A)



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Bq. Magdalena Diaz

Ing. Fabio Villalba

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno JULIA MARCELA TOAPANTA
ZAPATA

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador

DIRECTOR

FIRMA TRIBUNAL 1

FIRMA TRIBUNAL 2

Quito, 9 de septiembre del 2014

DEDICATORIA

A mi familia, que con paciencia y entrega me han acompañado en este camino, pero sobre todo a ese ángel que Dios me ha regalado a mi madre que sin su luz muchas veces no sabría hacia donde me dirigía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme y permitirme cumplir una meta más.

A mis padres y hermanos por ser guías, soporte y tener esa mano extendida para brindarme su apoyo.

A mis amigos de carrera: David Delgado, Alejandra Pazmiño y Solange Vilañez por haber caminado juntos durante estos años.

Al Ing. Luis Llumitasig por brindarme sus conocimientos y su amistad.

A los docentes de la UISEK que estuvieron dispuestos a responderme cualquier duda en cualquier momento, en especial a la MCs. Suly Rodríguez por sus horas entregadas y el cariño demostrado.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal de la investigación es evaluar la eficiencia de fertilizantes Fosfato Diamónico, Estiércol Bovino y Humus y combinaciones durante un ciclo de cultivo de rábano (*Raphanus sativum*); mediante análisis físico-químico del suelo y análisis agronómico.

Inicialmente en la investigación se formularon interrogantes claves: ¿Qué cantidad de fertilizante es requerido para el cumplimiento del requerimiento nutricional del cultivo de rábano? y ¿Qué diferencia existe en el aporte de nutrientes al suelo entre los fertilizantes y sus combinaciones que fueron utilizados para el proyecto?

El área de investigación constó con ocho unidades experimentales las cuales tuvieron la aplicación de los fertilizantes, sus combinaciones y una unidad de testigo, la distribución fue completamente al azar durante un ciclo de cultivo de rábano.

Se realizó análisis físico químico de las muestras de suelo y al finalizar el ciclo la determinó la cantidad de hojas, densidad del rábano, diámetro del rábano, porcentaje de germinación y tamaño de la raíz.

Los datos obtenidos demostraron que el fertilizante químico fosfato diamónico produjo un mejor beneficio en la cosecha obteniendo rábanos de mayor tamaño, y los nutrientes del suelo se mantuvieron durante el ciclo de cultivo a pesar de causar mayor daño al suelo.

Palabras clave: Análisis físico químico, análisis agronómico, ciclo de cultivo, fertilizante, rábano

ABSTRACT:

The main objective of the research is to evaluate the efficiency of diammonium phosphate fertilizer, cattle manure and humus and combinations during a cycle of growing radish (*Raphanus sativum*); by physico-chemical analysis of soil and agronomic analysis.

Initially key research questions were formulated: How much fertilizer is required for compliance with the nutritional requirement of the crop of radish? and What is the difference between fertilizers and their combinations used for the project on the ground?

Distribution was completely random for a radish crop cycle, eight experimental units were four combinations of fertilizers, manure, diammonium phosphate, humus and unit control without fertilizer application with a total of 24 experimental units.

Physical and chemical analysis of soil samples was carried out and the end of the cycle was determined by the number of leaves, radish density, diameter of radish germination percentage and root size.

The data obtained showed that chemical fertilizer diammonium phosphate produced a better profit at harvest radishes getting larger, and soil nutrients were maintained during the growing season despite causing further damage to the soil.

Key words: physical and chemical analysis, agronomic analysis cycle farming, fertilizer, radish

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1.1 Planteamiento del problema	4
1.1.1.1 Diagnóstico del problema.....	4
1.1.1.2 Pronóstico	5
1.1.1.3 Control de pronóstico	5
1.1.2 Formulación del problema	5
1.1.3 Sistematización del problema.....	6
1.1.4 Objetivo General	6
1.1.5 Objetivo Específico	6
1.1.6 Justificación.....	7
1.2 MARCO TEÓRICO	8
1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema	9
1.2.2 Marco conceptual	10
1.2.2.1 Abono Animal	10
1.2.2.2 Elemento nutricional.....	10
1.2.2.7 Erosión.....	10
1.2.2.8 Erosión acelerada.....	10
1.2.2.3 Fertilizante	11
1.2.2.4 Fertilizante Orgánico	11
1.2.2.5 Fosfato Aprovechable.....	11
1.2.2.6 Fosfato Diamónico	11
1.2.2.9 Humu	11
1.2.2.10 Macronutrientes	12
1.2.2.11 Micronutrientes.....	12
1.2.2.12 Nitrificación.....	12
1.2.2.13 Nutrientes Primarios	12
1.2.2.14 Potasa.....	12
1.2.2.15 Suelo	12
1.2.2.16 Suelo Agrícola	13
1.2.3 Marco Legal	13
1.2.3.1 Normas utilizadas en la investigación	19

CAPÍTULO II.....	20
METODOLOGÍA.....	20
2.1 NIVEL DE ESTUDIO	20
2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	20
2.3 MÉTODO	20
2.3.1 Conductividad Eléctrica	22
2.3.2 Densidad de las Partículas del suelo	22
2.3.3 Fósforo	22
2.3.3.1 Digestión.....	22
2.3.3.2 Espectrofotometría.....	22
2.3.4 Humedad	23
2.3.5 Materia Orgánica.....	23
2.3.6.1 Digestión.....	23
2.3.6.2 Destilación	23
2.3.7 pH.....	25
2.3.8 Potasio	26
2.3.9 Textura del suelo	26
2.3.10 Descripción de la variedad de semilla.....	27
2.3. 11 Descripción de los tratamientos.	28
2.3.13 Manejo del cultivo.....	28
2.3.14 Preparación del suelo.	28
2.3.15 Siembra.....	28
2.3. 16 Control de maleza.....	29
2.3.17 Raleo.....	29
2.3. 18 Aporque.	29
2.3.19 Cosecha.	29
2.3.21 Variables de la producción evaluadas.	31
2.3.22 Cantidad de hojas por planta	31
2.3.23 Densidad del rábano.	31
2.3.24 Diámetro del rábano	31
2.3.25 Porcentaje de Germinación	31
2.3.26 Tamaño de la raíz	31
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
2.5 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	32

2.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS	32
2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
2.7.1 Cantidad de Hojas	33
2.7.2 Conductividad Eléctrica	33
2.7.3 Cuantificación de dosis de fertilizante	33
2.7.3 Densidad de partículas del suelo	34
2.7.4 Densidad del rábano	34
2.7.5 Diámetro del rábano	35
2.7.6 Fósforo	35
2.7.7 Humedad	36
2.7.8 Materia orgánica.....	37
2.7.9 Nitrógeno.....	38
2.7.10 pH.....	40
2.7.11 Potasio	41
2.7.12 Peso del rábano.....	41
2.7.13 Porcentaje de Germinación	41
2.7.14 Tamaño de la raíz:	42
2.7.15 Textura del suelo:	42
2.8 PROCESAMIENTO DE DATOS	44
CAPÍTULO III	43
RESULTADOS	43
3.1 Levantamiento de datos	43
3.2 presentación y análisis de resultados	43
3.2.1 Resultado de textura del suelo.....	43
3.2.3 Sistema de control del cultivo	43
3.2.2 Resultado de la cuantificación de dosis de fertilizantes.....	45
3.2.4 Resultados de parámetros físico químico del suelo	46
3.2.4.1 Conductividad eléctrica	50
3.2.4 2 Densidad de partículas del suelo	51
3.2.4.3 Humedad.....	52
3.2.4.4 Materia Orgánica	54
3.2.4.5 pH	55
3.2.4.6 Fósforo.....	56
3.2.4.7 Nitrógeno	58

3.2.4.8 Potasio	59
3.2.5 Resultados de la producción.....	61
3.2.5.1 Cantidad de hojas	61
3.2.5.2 Densidad del rábano	62
3.2.5.3 Diámetro del producto	63
3.2.5.4 Porcentaje de germinación.....	63
3.2.5.5 Tamaño de la raíz	64
CAPÍTULO IV	65
DISCUSIÓN.....	65
4.1 Conclusiones	65
4.2 Recomendaciones	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	73
Anexo 1. Tablas	73
Análisis de densidad y humedad en diferentes etapas del cultivo.....	73
Análisis de conductividad eléctrica y fósforo en diferentes etapas del cultivo.....	73
Análisis de materia orgánica y nitrógeno en diferentes etapas del cultivo	74
Análisis de pH y potasio en diferentes etapas del cultivo	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de parcelas del área experimental	21
Figura 2: Digestión de muestras de suelo	25
Figura 3: Espectrofotómetro	36
Figura 4: Mufla	38
Figura 5: Determinación de nitrógeno	40
Figura 6: Muestras preparadas para determinación de Potasio	41
Figura 7: Triángulo de textura del suelo	43
Figura 8: Comparación de la conductividad eléctrica.	50
Figura 9: Comparación de la densidad de partículas.	51
Figura 10: Comparación de la humedad.	53
Figura 11: Comparación de materia orgánica	54
Figura 12: Comparación de pH	56
Figura 13: Comparación de fósforo	57
Figura 14: Comparación de nitrógeno	58
Figura 15: Comparación de potasio	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características agronómicas de la variedad Crimson Giant	27
Tabla 2: Requerimientos nutricionales del rábano	27
Tabla 3: Características químicas de los fertilizantes utilizados	30
Tabla 4: Actividades realizadas durante el ciclo de cultivo del rábano	44
Tabla 5: Resultados de los macronutrientes	45
Tabla 6: Dosis de fertilizantes aplicados	46
Tabla 7: Análisis de los parámetros físico químicos del suelo	46
Tabla 8: Análisis de macronutrientes en el suelo	48
Tabla 9: Rango de suficiencia nutricional del suelo	49
Tabla 10: Análisis de los parámetros del producto y del cultivo de los tratamientos evaluados.	61
Tabla 11: Análisis de los parámetros del producto y del cultivo de los tratamientos analizados.	63

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes para el incremento del rendimiento de cultivos se realiza desde 1920, con el aumento del conocimiento sobre los abonos hasta la actualidad, con la finalidad de alcanzar el máximo nivel de producción de los cultivos, para obtener estos objetivos es necesario conocimiento de las características de los abonos y técnicas de aplicación de fertilizantes. (Fick, 1988)

El empleo de dosis adecuadas, la aplicación de fertilizantes sin contenido de elementos contaminantes y control de uso de plaguicidas para el control de plagas y malezas son prácticas que usualmente deben realizar con el objetivo de evitar la contaminación de los suelos agrícolas. (Casas, 2011)

La adopción y efectividad del uso de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos está influenciada por el nivel de conocimiento y experiencia técnica, la cual la mayoría de pequeños agricultores, no posee, llevando a tomar decisiones erróneas como no realizar análisis previo del suelo o la producción de algún cultivo sin conocer los requerimientos adecuados del mismo.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Según boletines emitidos por el MAGAP¹, el fosfato diamónico se encuentra entre los fertilizantes más utilizados en la producción agrícola en el Ecuador porque es un fertilizante que contiene 18% de Nitrógeno, 46% de Fósforo (P_2O_5) y 0% de Potasio (K_2O) y una acción residual, siendo aptos para suelos neutros o básicos (Fick, 1988).

El humus es un abono orgánico que no genera problemas fitosanitarios al suelo ni al cultivo, es producido mediante la lombricultura donde se utiliza a la Lombriz Roja Californiana, la cual convierte los residuos y sustratos orgánicos en humus. El humus ayuda a mejorar la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención e infiltración de los fluidos del subsuelo y aporta materia orgánica, microorganismos benéficos y nutrientes al suelo. (Ing. Luis LLumitasig, Comunicación personal. 2014)

El estiércol bovino es un desecho orgánico que después de un proceso de secado y degradación es utilizado en la producción agrícola, el mismo que favorece a la actividad biológica del suelo por su contenido de humus nutritivo, mejora la estructura del suelo y puede ser fuente importante de nitrógeno de aprovechamiento inmediata para los cultivos. El estiércol es un abono complejo más no completo por lo cual, sus efectos deben ser complementados y equilibrados mediante el uso de combinaciones con otros fertilizantes. (Giaconi & Escaff, 2004)

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2013, Boletín Mensual N° 24

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

El rábano es una planta de uso antiguo que presumiéndose que es originaria de China, aunque se encuentra en estado silvestre en algunas localidades del Mediterráneo. (Giaconi & Escaff, 2004)

Los antiguos romanos extendieron el cultivo de Rábano por toda Europa, pero siendo más apreciado y consumido en los países del lejano Oriente. Según estadísticas en Alemania, el consumo promedio es de 250 g de rábano por persona al año, mientras que en Japón llega a los 13 kilos, y en Corea incluso a los 30 kilos. (Lange et. al. 1994).

El rábano es una planta que pertenece a la familia Cruciferae, es una hortaliza de raíz comestible, la misma requiere de climas fríos y medios de suelos son francos y franco-arcillosos y temperaturas entre 10 y 20°C. El rábano no es recomendable cultivar en climas cálidos debido a la calidad de sus raíces se deteriora. (Martinez et,al. 2003).

Para el sembrío del rábano, la ranura en donde se depositarán las semilla debe ser aproximadamente de 1 cm de profundidad, el rábano es una hortaliza que se caracteriza por un desarrollo rápido aproximadamente un mes de duración para la culminación de su ciclo. (Martinez et, al. 2003).

La siembra del rábano se realiza en una hilera donde se deposita la semilla a una profundidad del doble de su tamaño. Esta hortaliza se caracteriza porque su desarrollo es muy rápido en tiempo aproximado de un mes hasta completar su ciclo. (Martínez et. al. 2003).

La fertilización de este cultivo es recomendable realizar mediante insumos que ayuden a realizar una agricultura responsable y con menor contaminación en el suelo.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del problema

El desconocimiento sobre la información técnica acerca de la eficiencia de los fertilizantes (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) por parte de los pequeños agricultores de Salcedo de la provincia de Cotopaxi ha generado la disminución del uso y la incorrecta aplicación de los mismos en la producción del rábano (*Raphanus sativum*).

1.1.1.1 Diagnóstico del problema

En la actualidad Ecuador tiene una matriz productiva enfocada en la agricultura, la misma que convierte en una de las principales fuentes de ingresos económicos para la población ecuatoriana donde dicha actividad compromete dos recursos importantes que son el suelo y el agua. La agricultura intensiva reduce la eficiencia de los recursos suelo y aguas paralelamente disminuye los rendimientos de la producción, la cual crea la necesidad del uso adecuado de los insumos agrícolas y proporcionar información técnica de los fertilizantes a los pequeños agricultores.

Mediante estos argumentos se ha encontrado importante realizar una evaluación de la eficiencia de la fertilizantes más usados como: estiércol bovino, fosfato diamónico y humus y sus combinaciones que intervienen para la producción agrícola en este caso en la producción del rábano.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.1.1.2 Pronóstico

Se realizó un análisis físico químico del suelo para determinar la cantidad de fertilizante y la dosis idóneas para cada parcela de investigación del cultivo de rábano en la parroquia de Anchilivi, cantón Salcedo con el propósito de cumplir con los requerimientos nutricionales del cultivo y minimizar el impacto ambiental que se produce en el suelo.

1.1.1.3 Control de pronóstico

El análisis físico-químico del suelo de manera periódica de la parcela que se ha investigado ubicada en Anchilivi, permite determinar la combinación ideal entre el estiércol bovino, fosfato diamónico y el humus para alcanzar los requerimientos nutricionales de cada etapa del cultivo de rábano. Realizándose mediante este análisis en tres etapas:

- Antes de empezar con el cultivo.
- Etapa de germinación del rábano.
- Culminación del ciclo del cultivo.

1.1.2 Formulación del problema

¿La evaluación de la eficiencia de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos con estiércol bovino, fosfato diamónico y humus en el ciclo de cultivo de rábano permite tener mejor criterio en la aplicación de los mismos por parte de los pequeños agricultores de Anchilivi y ayudará a reducir el impacto en el recuso suelo?

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.1.3 Sistematización del problema

¿Cuáles son los parámetros físico-químicos del suelo en el área de estudio al inicio de la investigación?

¿Qué fertilizante y sus combinaciones aporta mayor cantidad de nutrientes al suelo para el cumplimiento de los requisitos del cultivo de rábano?

¿Qué diferencia existe en el aporte de nutrientes al suelo entre los fertilizantes y sus combinaciones que fueron utilizados para el proyecto?

1.1.4 Objetivo General

Evaluar la eficiencia de los fertilizantes (Fosfato Diamónico, Estiércol Bovino y Humus) en un ciclo de cultivo de rábano (*Raphanus sativum*) en Anchilivi, cantón Salcedo.

1.1.5 Objetivo Específico

- Determinar las propiedades químicas como acidez del suelo, conductividad eléctrica, fósforo, materia orgánica, nitrógeno y potasio del suelo agrícola de Anchilivi.
- Analizar las propiedades físicas del suelo como densidad de partículas, textura y humedad del área experimental de estudio.
- Cuantificar la dosificación adecuada de Fosfato diamónico, estiércol bovino y humus que serán utilizados en el suelo de Anchilivi.
- Establecer cuál de los tres fertilizantes empleados y sus combinaciones es el más adecuado para el cultivo de rábano.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- Establecer un sistema de control de cultivo
- Determinar el porcentaje de germinación en cada área experimental.
- Analizar las características físicas de la cosecha como biomasa, densidad de la hortaliza, peso, tamaño del rábano y de la raíz.

1.1.6 Justificación

Los fertilizantes favorecen el crecimiento, formación y conservación de la tierra. (NPFI, 1992)

Sin embargo de todos los beneficios antes mencionados debido al desconocimiento de los pequeños agricultores el uso de los fertilizantes viene a ser una desventaja, ya que al no identificar el fertilizante y dosis adecuada no cumplen con los requisitos de macronutrientes y micronutrientes necesarios para el cultivo.

El desconocimiento en los pequeños agricultores repercute en sus acciones ya que al tomar una decisión del tipo de fertilizante a utilizar se basan en experiencia sin tener presente las necesidades de las plantas para su crecimiento.

Por otro lado, existe la ayuda técnica obtenida en centros de venta de productos agrícolas en los cuales se recomienda un fertilizante sin tener un análisis previo del suelo basándose en el tipo de cultivo.

Por esta razón mediante un análisis preliminar de una muestra de suelo, se permite realizar un diagnóstico de las características físico químicas iniciales y determinar el fertilizante y

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

dosis correcta que se debería ser empleado para dar cumplimiento con los valores nutricionales de los cultivos.

1.2 MARCO TEÓRICO

El aumento de la población y la necesidad de cubrir sus necesidades alimenticias, ha llevado a desarrollar una producción de cultivos a gran escala y esto ha desencadenado una generación de tierras erosionadas y con bajo contenido de nutrientes, siendo estas no aptas para el cultivo.

Mediante datos obtenidos por el tercer Censo Nacional Agropecuario (2012), se determina que el 47,97% de la superficie del Ecuador es utilizado por la UPAs², pero con el incremento de habitantes es inevitable el requerimiento de generar nuevas tierras agrícolas, perdiendo zonas determinadas para otros usos como zonas protegidas. (INEC, 2012)

En la provincia de Cotopaxi su principal producción son las frutas y hortalizas, siendo la segunda provincia que más aporta con la producción de papa en el país. El cantón Salcedo que posee sembríos permanentes de frutas como: pera, durazno y manzana los cuales forman parte de sus principales productos y también cuenta con sembríos transitorios dedicados a los vegetales, cereales y tubérculos, entre los productos de mayor extensión de sembríos es cebada, papa y maíz. (Censo Agropecuario, 2000)

² Unidades de producción agrícola

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema

El estudio realizado en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca (2010), establece la incidencia en la calidad del suelo para la agricultura mediante la aplicación de biol a partir de estiércol de cuy y gallinaza en un cultivo de rábano.

La investigación se hizo en la unidad experimental ubicada a 200 m de la vía Huizhil- Baños, el área de investigación fue dividida en 12 camas, las unidades experimentales tuvieron la aplicación de Biol Cuy, Biol Gallinza, Biol Vacuno a concentraciones de 5%, 15%, 30% y tres unidades testigo sin aplicación.

Mediante el análisis de los resultados se determinó que las unidades experimentales con Biol Cuy 5%, Gallinaza 5%, Gallinaza15% y Gallinaza al 30% aportan mayor cantidad de macronutrientes para el cultivo.

En cuanto a la producción de rábano se determina que la unidad experimental con adición del el tratamiento Cuy 5% obtuvo mayor peso en la cosecha en comparación de la otras unidades experimentales.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.2 Marco conceptual

1.2.2.1 Abono Animal: Es valioso por su materia orgánica que por sus elementos fertilizantes, puede contener todos los nutrientes secundarios y micro, aunque las cantidades varían por la dieta del animal; proporcionan alimento para las bacterias del suelo y mejora la labranza de la tierra. (NPFI, 1992)

1.2.2.2 Elemento nutricional: Conocido también como nutrimento, elemento alimenticio para la planta, o elemento esencial. Los alimentos para la planta son todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo vegetal saludable. Se han reconocido dieciséis como: carbono, hidrógeno y oxígeno los suministra el aire y el agua, los trece restantes la planta los obtiene del suelo. Los elementos alimenticios son clasificados en tres categorías, establecidas por las cantidades relativas en que las plantas los necesitan para su desarrollo. (NPFI, 1992)

1.2.2.7 Erosión: Se Refiere al desgaste de las rocas incluyendo procesos de arrastre, desprendimiento, desintegración física y química. Por ello, incluyen la acción de las condiciones climáticas sobre la roca y la corrosión, y se emplea con frecuencia en al referirse al transporte de material arrancado. (Hodgson, 1987)

1.2.2.8 Erosión acelerada: Es un tipo de erosión que progresa a un ritmo más acelerado que el proceso geológico normal. Erosión que sobrepasa de la que existía en las condiciones físicas naturales, como consecuencia de la destrucción de la cubierta vegetal o de alguna otra actividad del hombre. (Hull, 1992)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.2.3 Fertilizante: Son sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas, para favorecer su crecimiento, aumentar su producción o mejorar su calidad. (Fick, 1988)

1.2.2.4 Fertilizante Orgánico: Es un material orgánico con contenido de carbono, se derivan de los residuos, tanto animales como vegetales. Antiguamente, se usaban como fuente de nitrógeno. Los impropios para alimentos de animales, tales como el estiércol, los lodos de albañal, bagazo de ricino y bagazo de fabricación de aceites, aún se encuentran en uso. (NPFI, 1992)

1.2.2.5 Fosfato Aprovechable: Es equivalente a P_2O equivalente a P_2O_5 en el fertilizante que se considera fácilmente aprovechable para las plantas en desarrollo. El fosfato no se encuentra como tal en el fertilizante, pero tradicionalmente, el contenido de fósforo en el fertilizante se ha expresado como porcentajes de esta sustancia. (NPFI, 1992)

1.2.2.6 Fosfato Diamónico: Es un fertilizante que tiene una reacción mixta, al inicio posee una acción alcalina y posteriormente residual ácida, por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos, poseen una concentración de nutrientes entre 62 y 64%, y son totalmente solubles en agua. (Morel, 1971)

1.2.2.9 Humus: Es un abono considerado un mejorador biológico que contiene todos los elementos naturales necesarios para las plantas, su valor biológico se debe a su cantidad de micro flora microbiana, funciona como un almacenaje de nutrientes que impide que estos se lixivien de la superficie. (Álvarez et al, 1998)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.2.10 Macronutrientes: Son seis de los elementos esenciales se necesitan en cantidades moderadas, y también los obtienen las plantas del suelo. Tales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg) y Calcio. (Burton, 1999)

1.2.2.11 Micronutrientes: Se consideran elementos indispensables para que las plantas puedan completar su ciclo vital, aunque las cantidades necesarias sean muy pequeñas tales como hierro (Fe), boro (B), manganeso (Mn), cloro (Cl), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). (Thompson et al, 2002)

1.2.2.12 Nitrificación: Es un proceso, que tiene lugar en el suelo, mediante el cual los microorganismos producen nitratos a partir de materia orgánica y de las formas amoniacales del nitrógeno. (NPFI, 1992)

1.2.2.13 Nutrientes Primarios: Son elementos nutritivos que las plantas requieren para el desarrollo de su ciclo vital, y son incorporadas a través de las raíces (Solís, 2000)

1.2.2.14 Potasa: Es un término utilizado para expresar el equivalente de óxido de potasio (K_2O) de los materiales que contienen potasio, como tal, no se encuentra en fertilizantes, pero se expresa como tal el potasio contenido en fertilizantes. (NPFI, 1992)

1.2.2.15 Suelo: Es la capa superior de la Tierra que se distingue de la roca sólida y en donde las plantas crecen, el suelo puede definirse de diferentes formas dependiendo del criterio de uso, formación, origen, constitución o función. (Navarro, 2003)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.2.16 Suelo Agrícola: Es donde la actividad primaria es la producción de alimentos, usando los suelos para crecimientos de cultivos y producción de ganado. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias. (Thompson et al, 2002)

1.2.3 Marco Legal

Ecuador presenta un marco legal que regula y controla las actividades agropecuarias, el cual garantiza el desarrollo productivo y abastecimiento alimenticio a sus habitantes.

Mediante el cumplimiento y regulación de normas y leyes las cuales garanticen un desarrollo y prácticas sustentables.

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA PRODUCCIÓN COMERCIO E INVERSIONES

El código orgánico de la producción comercio e inversiones emitido el 22 de Diciembre del 2000, se encuentra vigente con la finalidad de regular y controlar toda actividad productiva que se realice dentro del territorio nacional, teniendo en relación con la producción de productos agrícolas como es el caso del rábano en la presente investigación.

LIBRO 1. DEL DESARROLLO PRODUCTIVO, MECANISMOS Y ÓRGANOS DE COMPETENCIA.

Capítulo I: Del Rol del Estado en el Desarrollo Productivo

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Art. 5.-Rol del Estado.-El Estado fomentará el desarrollo productivo y la transformación de la matriz productiva, mediante la determinación de políticas y la definición e implementación de instrumentos e incentivos, que permitan dejar atrás el patrón de especialización dependiente de productos primarios de bajo valor agregado.

Para la transformación de la matriz productiva, el Estado incentivará la inversión productiva, a través del fomento de:

e. La implementación de una política servicio del desarrollo de todos comercial a los actores productivos del país, en particular, de los actores de la economía popular y solidaria y de la micro, pequeñas y medianas empresas, y para garantizar la soberanía alimentaria y energética, las economías de escala y el comercio justo, así como su inserción estratégica en el mundo;

g. La mejora de la productividad de los actores de la economía popular y solidaria y de las micro, pequeñas y medianas empresas, para participar en el mercado interno, y, eventualmente, alcanzar economías de escala y niveles de calidad de producción que le permitan internacionalizar su oferta productiva;

i. La producción sostenible a implementación de tecnologías producción limpia; y,

j. La territorialización de las políticas públicas productivas, de manera que se vayan eliminando los desequilibrios territoriales en el proceso de desarrollo.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE SOBERANÍA ALIMENTARIA

La ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria emitido el 27 de Diciembre de 2010, con el objetivo de garantizar el cumplimiento por parte del estado la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados a las personas, comunidades y pueblos el cual constituye un conjunto de normas de producción suficiente y adecuado conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos provenientes de pequeña, micro y mediana producción campesina respetando y protegiendo la agrobiodiversidad, producción tradicional y ancestral y la sustentabilidad social y ambiental.

La presente investigación debido a los mecanismos de producción artesanal relaciona con la ley orgánica ya que se ha obtuvieron alimentos para el consumo, además se enfoca en la producción agroalimentaria mediante el uso de fertilizantes para obtener mejor producción y generar conocimiento para pequeños agricultores.

TÍTULO III. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROALIMENTARIA

CAPÍTULO I: FOMENTO A LA PRODUCCIÓN

Artículo 13. Fomento a la micro, pequeña y mediana producción.- Para fomentar a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción agroalimentaria, de acuerdo con los derechos de la naturaleza, el Estado:

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- d) Promoverá la reconversión sustentable de procesos productivos convencionales a modelos agroecológicos y la diversificación productiva para el aseguramiento de la soberanía alimentaria
- f) Establecerá mecanismos específicos de apoyo para el desarrollo de pequeñas y medianas agroindustrias rurales;
- g) Implementará un programa especial de reactivación del agro enfocado a las jurisdicciones territoriales con menores índices de desarrollo humano;
- i) Facilitará la producción y distribución de insumos orgánicos y agroquímicos de menor impacto ambiental.

Artículo 15. Fomento a la Producción agroindustrial rural asociativa.- El Estado fomentará las agroindustrias de los pequeños y medianos productores organizados en forma asociativa.

CAPÍTULO III. COMERCIALIZACIÓN Y ABASTECIMIENTO AGROALIMENTARIO

Artículo 21. Comercialización interna.- El Estado creará el Sistema Nacional de Comercialización para la soberanía alimentaria y establecerá mecanismos de apoyo a la negociación directa entre productores y consumidores, e incentivará la eficiencia y racionalización de las cadenas y canales de comercialización. Además, procurará el mejoramiento de la conservación de los productos alimentarios en los procesos de post-cosecha y de comercialización; y, fomentará mecanismos asociativos de los

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores de alimentos, para protegerlos de la imposición de condiciones desfavorables en la comercialización de sus productos, respecto de las grandes cadenas de comercialización e industrialización, y controlará el cumplimiento de las condiciones contractuales y los plazos de pago.

Los gobiernos autónomos descentralizados proveerán de la infraestructura necesaria para el intercambio y comercialización directa entre pequeños productores y consumidores, en beneficio de ambos, como una nueva relación de economía social y solidaria.

La ley correspondiente establecerá los mecanismos para la regulación de precios en los que participarán los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y los consumidores de manera paritaria, y para evitar y sancionar la competencia desleal, las prácticas monopólicas, oligopólicas, monopsónicas y especulativas.

El Estado procurará el mejoramiento de la conservación de los productos alimentarios en los procesos de post-cosecha y de comercialización.

La ley correspondiente establecerá los mecanismos para evitar y sancionar la competencia desleal, así como las prácticas monopólicas y especulativas.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIO (TULAS)

Texto unificado de legislación ambiental secundario emitido el 31 de marzo de 2003 se encuentra actualmente vigente, promueve prácticas sustentables para el desarrollo de la sociedad ecuatoriana con el objetivo de minimizar riesgos e impactos negativos ocasionados por las actividades antropogénicas.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

La relación del TULAS con la investigación es a razón de realizar actividades agrícolas en el recurso suelo y la finalidad de preservar el recurso.

LIBRO VI. DE LA CALIDAD AMBIENTAL

ANEXO 2: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS.

4. Requisitos

4.1.1 Prevención de la contaminación del recurso suelo

4.1.1.2 Sobre las actividades que generen desechos peligrosos

Los desechos considerados peligrosos generados en las diversas actividades industriales, comerciales agrícolas o de servicio, deberán ser devueltos a sus proveedores, quienes se encargarán de efectuar la disposición final del desecho mediante métodos de eliminación establecidos en las normas técnicas ambientales y regulaciones expedidas para el efecto.

4.1.2 De las actividades que degradan la calidad del suelo

4.1.2.1 Las organizaciones públicas o privadas dedicadas a la comercialización, almacenamiento y/o producción de químicos, hidroelectricidad, exploración y explotación hidrocarburífera, minera, y agrícola, tomarán todas la medidas pertinentes a fin de que el uso de su materia prima, insumos y/o descargas provenientes de sus sistemas de producción y/o tratamiento, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

1.2.3.1 Normas utilizadas en la investigación

NORMA INEN: 1833 HORTALIZAS FRESCAS, RÁBANO

Esta norma establece los requisitos generales que debe cumplir el rábano fresco

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN: 1750 HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS: MUESTREO

Esta norma establece el procedimiento para tomar muestras en hortalizas y frutas frescas.

1.2.4 Identificación y caracterización de variables

Variable Dependiente: Estiércol Bovino, Fosfato Diamónico, Humus y suelo.

Variable Independiente: Unidades experimentales, parámetros físico químicos y características físicas del rábano.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 NIVEL DE ESTUDIO

Exploratorio: debido a que la investigación se realizó en campo, se recogieron muestras del área de estudio que se llevó a cabo de Mayo a Junio del 2014, en Anchilivi zona norte del cantón Salcedo con coordenadas geográficas de 1° 4' 23.72" latitud sur y 78° 35' 17.31" longitud oeste a 2750 msnm; de tal manera que se ha realizado el control del cultivo, y la relación entre la aplicación de fertilizantes y la variación de características físico- químicas del suelo.

2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

De campo: se realizó salidas para la recolección de muestras de suelo, las cuales fueron transportadas en fundas plásticas y selladas, para luego ser analizadas en el laboratorio según cada parámetro establecido.

2.3 MÉTODO

El área experimental se dividió en siete parcelas con diferentes tratamientos de fertilizantes y una unidad experimental testigo.

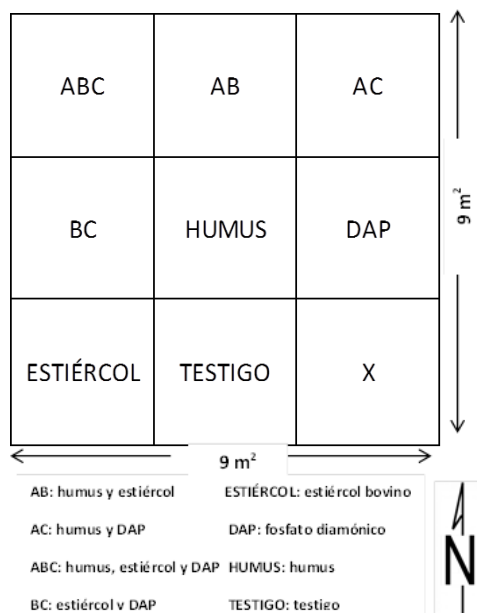
Los tratamientos de fertilizantes utilizados fueron los siguientes:

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- AB: combinación de humus y estiércol bovino
- AC: combinación de humus y fosfato diamónico
- ABC: combinación de humus, estiércol bovino y fosfato diamónico
- BC: combinación de estiércol bovino y fosfato diamónico
- Estiércol: unidad experimental con aplicó estiércol bovino
- DAP: unidad experimental con aplicó fosfato diamónico
- HUMUS: unidad experimenta con aplicó humus de lombriz roja californiana

A continuación se presenta la distribución de las parcelas en el área experimental. (Ver Fig. 1)

Figura 1: Distribución de parcelas del área experimental



Elaborada por: Toapanta, 2014

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Método Inductivo – Deductivo: las muestras de suelo recolectadas han sido analizadas en el laboratorio de la UISEK, determinando parámetros físico-químicos del área de estudio para desarrollar un manejo adecuado de los fertilizantes.

2.3.1 Conductividad Eléctrica: se preparó una suspensión de suelo con 8 g de muestra y 80 ml de agua destilada y se mezcló durante cinco minutos. A continuación se dejó reposar por cinco minutos y posteriormente se realizó la medición con el equipo multiparámetros. HACH HQ 40d (Chapman & Pratt, 1997)

2.3.2 Densidad de las Partículas del suelo: se pesó 100 g de suelo secado a la estufa se trasvaso en una probeta graduada que contiene 250 ml de agua, el aumento del volumen del agua compone el volumen de las partículas. (Rodriguez Fuentes, 2011)

2.3.3 Fósforo: se realizó mediante digestión y método de espectrofotometría

2.3.3.1 Digestión

En una balanza analítica se pesó 2 g de la muestra de suelo y se colocó en un tubo de ensayo.

Se agregó 8 ml del reactivo oxidante (disolución de 50g de Persulfato de potasio,

añada 30g de ácido bórico y 350ml de Hidróxido de sodio 1M aforar a 1 litro). Se agitó la solución para homogenizarla. Finalmente se colocó en el digestor por 30 minutos a 100 °C y al enfriar filtra la muestra. (Chapman & Pratt, 1997)

2.3.3.2 Espectrofotometría

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Se tomó 25 ml de la dilución coloca en la celda el reactivo de fósforo PhosVer 3. Agitó durante 20 segundos y se deja en reposo por 2 minutos. Se colocó

la muestra y el blanco en el espectrofotómetro portátil HACH DR 4000U y se tomó los resultados obtenidos.

2.3.4 Humedad: se pesó en una balanza analítica la cápsula para determinar el peso inicial, se cogió 10g de suelo húmedo de la muestra y se vuelve a pesar, esto se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C durante 24 horas. Por último, se pesó la cápsula para determinar por diferencia de peso. (Rodriguez Fuentes, 2011)

2.3.5 Materia Orgánica: se pesó 20 gramos de suelo y se colocó en un crisol previamente pesado en la balanza analítica, se calcinó a 550 grados centígrados durante 30 minutos en la mufla eléctrica. Después de enfriar se pesó para determinar por diferencia de peso. (Chapman & Pratt, 1997)

2.3.6 Nitrógeno: la determinación de nitrógeno total se realiza en dos etapas que son:

2.3.6.1 Digestión:

Se pesó 0,5 gr de la muestra y se coloca en un tubo kjeldahl. Luego, se añadió una tableta kjeldahl y 3 ml de ácido sulfúrico concentrado con 1 gr de ácido salicílico. Se colocó los tubos kjeldahl durante 2 horas aumentando de temperatura cada media hora del digestor.

2.3.6.2 Destilación:

- Se colocó el tubo kjeldahl en el destilador.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- Se colocó en el destilador un matraz Erlenmeyer con 20 ml de Ácido bórico al 2% y 10 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de genciana).
- Se añadió 20 ml de Hidróxido de sodio al 40% en una probeta que fue absorbido por el destilador.
- Se sometió a destilación con corriente de vapor.
- Se recogió una muestra de 150 ml en el matraz Erlenmeyer.
- Se realizó titulación con Ácido sulfúrico al 2N hasta que se vuelva al color anaranjado inicial del indicador mixto.

A continuación se puede observar en la figura 2 el digestor Kjeldahl.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 2: Digestión de muestras de suelo



Fuente: Toapanta, 2014.

2.3.7 pH

Se midió 50 g de muestra, se diluye en 125 ml agua destilada en un vaso de precipitación y posteriormente se mezcla por cinco minutos y se dejó reposar durante otros cinco minutos y se procede a la medición con el equipo multiparámetros HACH HQ 40d. (Rodríguez Fuentes, 2011).

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.3.8 Potasio

En una balanza analítica se pesó 2 g de muestra, se añade 10 ml en una solución 1:1 de ácido nítrico y agua, y se calentó por 10 minutos. Después, se añadió 5 ml de ácido nítrico a la solución preparada, se calentó por 30 minutos hasta que la muestra se haya evaporado reduciendo su volumen a 5 ml. se cubre las muestras hasta que enfríe. A continuación, se añade 4 ml de agua y 6 ml de Peróxido de hidrogeno al 30%. Se añade alícuotas de 1 mililitro de peróxido de hidrogeno al 30% hasta que pare de burbujear y el volumen llegue hasta 5 ml. Posteriormente, se añade 10 mililitros de ácido clorhídrico concentrado, y se calienta por 15 minutos. Se filtra y se obtiene el volumen. Para finalizar, se determinó los minerales presentes en el espectrofotómetro de absorción atómica. (Chapman & Pratt, 1997).

2.3.9 Textura del suelo: Se secó una muestra de 250g de suelo a 10°C durante 24 horas, posteriormente se pesó en una balanza analítica 230 g de suelo seco previamente y se tamizo en con una malla de 2 mm separando la cantidad de arena presente en el suelo, a continuación se tamiza la muestra de suelo con una malla de 0,005 mm para obtener la cantidad de limo y para finalizar se obtuvo la cantidad de arcilla al ser tamizada en una malla de 0,002mm. Para finalizar se pesó la cantidad de suelo retenida en cada malla para tener la cantidad de gramos para cada fragmento de suelo. (FAO, 2007)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.3.10 Descripción de la variedad de semilla: la investigación se estableció utilizando un cultivo de rábano de la variedad Crimson Giant, resistente a plagas y a enfermedades; las características de la variedad (Ver Tabla 1) y requerimientos nutricionales (Ver Tabla 2) se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1: Características agronómicas de la variedad Crimson Giant

Variedad	Características
Color de raíz	Rojo Escarlata
Cosecha	30 días
Época de siembra	Todo el tiempo
Forma del fruto	Redondo
Temperatura óptima	25 – 35 °C
Tolerancia a las plagas	Tolerante

Fuente: CISA-AGRO, 2009

Tabla 2: Requerimientos nutricionales del rábano

N (Kg/ha)	P(Kg/ha)	K(Kg/ha)
80	120	80

Fuente: CISA-AGRO, 2009

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.3.11 Descripción de los tratamientos: los tratamientos utilizados fueron aplicaciones en una sola dosis de los fertilizantes y sus combinaciones. El área experimental fue dividida para contar con cuatro parcelas de combinaciones diferentes de fertilizantes, parcelas de estiércol, fosfato diamónico y humus; finalmente se contó con una parcela de testigo sin la aplicación de fertilizante (Ver Fig. 1).

Las dosis de fertilizantes utilizados en las parcelas del área de investigación se encuentran en la tabla 4.

2.3.12 Cuantificación de la dosis de fertilizantes: la cantidad de fertilizante aplicado se determina a través de la cantidad de nutrientes necesarios para el cultivo y los tipos y grados de fertilizantes disponibles, cada unidad experimental contó con dosis diferentes tomando en cuenta las características de la etapa de diagnóstico (Ver anexo 1).

2.3.13 Manejo del cultivo: las labores fueron aplicadas de igual manera a cada unidad experimental, con la única diferencia entre parcelas fueron los fertilizantes aplicados.

2.3.14 Preparación del suelo: la preparación del suelo se llevó a cabo de forma manual con la preparación de cada parcela que contaron con las siguientes dimensiones tres surcos de 2,6 metros de largos y 20 cm de altura; 40 cm utilizados para realizar canales para la circulación de agua.

2.3.15 Siembra: el surcado y siembra se efectuó el 22 de mayo del 2014, realizándose esta labor de forma manual y para la siembra se utilizó el método de chorro corrido que consiste en la colocación de semillas de forma continua sin respetar espacios.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

La semilla utilizada fue la variedad Crimson Giant (Ver tabla 1) con características indicadas previamente en la tabla 2.

2.3. 16 Control de maleza: se efectuó un control de maleza el 13 de Junio del 2014, la actividad se realizó en cada parcela del área de investigación mediante remoción manual de plantas y hierbas que no pertenecían al cultivo.

2.3.17 Raleo: se realizó el día 6 de Junio del 2014, mediante la extracción manual de plantas en exceso del cultivo para poder tener un distanciamiento de 10 cm entre cada una dejando una población total de 156 plantas.

2.3. 18 Aporque: se efectuó en dos momentos del ciclo vegetativo del cultivo, el primer control se lo realizó el día 6 de Junio del 2014 y el segundo control se lo realizó el día 15 de Junio del 2014 después de la siembra, actividad que se realizó de manera manual mediante el uso del azadón como herramienta de trabajo, la actividad consistió en la adición de tierra a las plantas de rábano para realizar el recubrimiento de la raíz.

2.3.19 Cosecha: la cosecha se la realizó de manera manual mediante extracción del suelo a las plantas, esta actividad se efectuó a los 39 días después de la siembra al culminar el ciclo del cultivo, se cultivaron los tres surcos de cada parcela; la actividad se realizó el día 20 de Junio del 2014.

2.3.20 Aplicación de fertilizantes: consistió en la aplicación de los fertilizantes estiércol bovino, fosfato diamónico, humus y sus combinaciones en las diferentes parcelas el día 6 de Junio del 2014, las dosis necesarias del cultivo fueron determinadas tomando en cuenta

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

las necesidades del cultivo, considerando los resultados obtenidos de cada parcela en etapa de diagnóstico. (Ver anexo 1)

Se realizó una sola aplicación debido a que el cultivo era de corto plazo.

Las características de los fertilizantes orgánicos fueron analizadas en la Universidad Internacional SEK, y Fosfato diamónico es un fertilizante binario que contiene dos macronutrientes en su composición. Los resultados de los análisis químicos de los fertilizantes se encuentran a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Características químicas de los fertilizantes utilizados en el área de investigación Anchilivi, 2014

Fertilizante	Características Químicas		
	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio %
DAP	18	46	0
Estiércol Bovino	2,1	2	2
Humus	2,45	2,75	3

Elaborado por: Toapanta, 2014

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.3.21 Variables de la producción evaluadas: las variables medidas se las pueden clasificar como cuantitativas y se realizó en etapa de cosecha seleccionando 28 plantas al azar de cada parcela para medir las siguientes variables.

2.3.22 Cantidad de hojas por planta: se contabilizó la cantidad de hojas por plantas, se realizó post cosecha tomando en consideración todas las hojas formadas completamente.

2.3.23 Densidad del rábano: se realizó post cosecha, se determinó mediante el conocimiento de la masa del rábano y la introducción del mismo en una probeta con un volumen de agua fijo. Se seleccionó las plantas al azar de unidad experimental.

2.3.24 Diámetro del rábano: realizada la cosecha se determinó el diámetro del rábano, mediante el uso de una cinta métrica. Se llevó una selección al azar de cada unidad experimental.

2.3.25 Porcentaje de Germinación: una vez realizada la siembra 10 días después se procedió a contabilizar la cantidad de plantas que había geminado en cada parcela expresada en porcentaje.

2.3.26 Tamaño de la raíz: realizada la cosecha se determinó el tamaño de la raíz del rábano mediante medición con una cinta métrica, se seleccionaron 28 plantas completamente al azar de cada unidad experimental.

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

El área de estudio estuvo comprendida en 72 m², del lote 41 en Anchilivi cantón Salcedo, se realizó un muestreo inicial de diagnóstico del suelo. A continuación, se efectuó la distribución de las unidades experimentales, mediante un diseño completamente al azar durante un ciclo de cultivo de rábano, donde se muestreó el suelo en la etapa previa al cultivo, en etapa de germinación del rábano y al finalizar el ciclo del cultivo; evaluando los parámetros físico-químicos como conductividad eléctrica, densidad de partículas, fósforo, humedad, materia orgánica, nitrógeno, pH, potasio, textura y propiedades agronómicas del cultivo. El área de estudio se dividió en siete unidades experimentales y un testigo con un área de 9m² las cuales constaron de tres repeticiones. Por lo tanto, se contó con un total de 24 muestras de suelo para el análisis de laboratorio y 28 plantas de cada parcela escogidas al azar al culminar el ciclo del cultivo.

2.5 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Experimentación: para la investigación se realizó el registró de los datos sobre los parámetros del suelo y ciclo del cultivo para su posterior comparación de los resultados obtenidos en laboratorio.

2.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Para determinar la validez de la confiabilidad de los equipos de laboratorio, se realizó mediante la calibración de los mismos.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.7.1 Cantidad de Hojas: las hojas cumplen con uno de los procesos más importantes de la planta que es la fotosíntesis, proceso que requiere de agua, luz solar y dióxido de carbono.

(Chapman & Pratt, 1997)

2.7.2 Conductividad Eléctrica: la medición de la conductividad eléctrica se realizó mediante el uso del equipo multiparámetros con la sonda de lectura directa de la conductividad en microSiemens/centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Rodríguez Fuentes, 2011)

2.7.3 Cuantificación de dosis de fertilizante: es la relación de los nutrientes requeridos para un cultivo, el aporte en kilogramos de cada elemento nutricional del fertilizante en 100 kilogramos. (IFA, 2002)

$$DF = \frac{F \times R_n}{A_f}$$

(Kass, 1998)

Dónde:

DF= Dosis de fertilizante en kilogramos

F= Cantidad en kilogramos de fertilizante (100kg)

R_n = Requerimiento nutricional en kilogramos del cultivo

A_f = Aporte en kilogramos del fertilizante por cada 100kg

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.7.3 Densidad de partículas del suelo: es la relación entre el peso de las partículas sólidas secas en la estufa y el volumen de un líquido desplazado por ellas. (Rodriguez Fuentes, 2011)

$$D = \frac{m(g)}{V(ml)}$$

(Rodriguez Fuentes, 2011)

Dónde:

D= densidad de partículas.

m= masa en gramos de muestra seca.

V= volumen en mililitros de agua.

2.7.4 Densidad del rábano: cantidad de masa que se encuentra dentro de un sólido en un determinado volumen. (Rodriguez Fuentes, 2011)

$$D = \frac{m}{v}$$

(Rodriguez Fuentes, 2011)

Dónde:

D: densidad de rábano

m= masa en gramos del rábano.

V= volumen en mililitros de agua.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.7.5 Diámetro del rábano: el tamaño refiere al rendimiento, influencia en la apreciación del consumidor y del productor. (Lagunas & Contreras, 2000)

2.7.6 Fósforo (P): se encuentran en el humus del suelo, en diferentes niveles de estabilización, distinguiendo entre ellas sustancias orgánicas más accesibles para las plantas y otras de menor accesibilidad. El proceso queda regulado por la actividad microbiana. (Hodgson, 1987)

$$Fósforo \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{A * PM (P^-)}{PM (PO_4^{3-})}$$

(Hodgson, 1987)

Dónde:

A = mg/L de fosfatos

PM (P⁻) = peso molecular de fósforo

PM (PO₄³⁻) = peso molecular de fosfatos

A continuación en la figura 3 se aprecia el equipo que permite la determinación de fósforo en el suelo.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 3: Espectrofotómetro utilizado para la determinación de fósforo



Fuente: Toapanta, 2014

2.7.7 Humedad: se refiere a la cantidad de agua por volumen de tierra, se mide en porcentaje.

(Hodgson, 1987)

$$H = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} * 100$$

(Hodgson, 1987)

Dónde:

H: Humedad en porcentaje

m_1 = gramos de suelo húmedo

m_2 = gramos de suelo seco

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.7.8 Materia orgánica: indicador de fertilidad del suelo, principalmente de la capacidad potencial para proporcionar nutrimentos como nitrógeno, fósforo, azufre, etc., a los cultivos.

Se mide en porcentaje. (Hodgson, 1987)

$$MO = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} * 100$$

(Hodgson, 1987)

Dónde:

MO: Contenido de materia orgánica en porcentaje

m_1 = masa en gramos de suelo

m_2 = masa en gramos de suelo seco a 550°C

A continuación en la figura 4 se muestra la mufla, equipo utilizado para el secado del suelo para la determinación de la cantidad de materia orgánica en las muestras:

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 4: Mufla usada para determinación de materia orgánica



Fuente: Toapanta, 2014

2.7.9 Nitrógeno (N): se encuentra presente en el suelo debido a la degradación de plantas y animales. EL nitrógeno es un componente esencial de las proteínas y de la materia viva. (Hodgson, 1987)

$$N_{mg} = N \times V \times PM$$

(Hodgson, 1987)

Dónde:

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

N mg= nitrógeno en miligramos

N= normalidad del ácido de valoración

V= volumen del ácido consumido

PM= peso molecular del nitrógeno

Determinación del porcentaje de nitrógeno presente en el suelo:

$$N = \frac{P_2}{P_0} \times 100 \times F$$

(Hodgson, 1987)

Dónde:

N= Contenido de nitrógeno en porcentaje

P_2 = masa en gramos de nitrógeno

P_0 = mg peso de la muestra

F= factor proteico de nitrógeno (6,25)

A continuación en la figura 5 se muestra la determinación de nitrógeno mediante titulación de las muestras:

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 5: Determinación de nitrógeno mediante titulación



Fuente: Toapanta, 2014

2.7.10 pH: se expresa la magnitud de acidez o alcalinidad y es una forma de expresar las concentraciones de iones de hidrógeno en un extracto acuoso del suelo, para la medición se utiliza el pHmetro que permite la lectura directa. (Stallings, 1985)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.7.11 Potasio (K): en el suelo está disponible bajo las formas de asimilable y no asimilable las planta. Se determina mediante el uso del espectrofotómetro de absorción atómica que permite una lectura directa, se mide en mg/L o ppm (Hodgson, 1987)

Figura 6: Muestras preparadas para determinación de Potasio



Fuente: Toapanta, 2014

2.7.12 Peso del rábano: representa la cantidad de masa comestible del fruto, el cual puede ser apreciado por los consumidores y productores de este producto. (Lagunas & Contreras, 2000)

2.7.13 Porcentaje de Germinación: representa la calidad de la semilla utilizada para el cultivo.

$$G = \#_{ind} * 100$$

(Lagunas & Contreras, 2000)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Dónde:

G= porcentaje de germinación

#_{ind}= número de plantas germinadas

2.7.14 Tamaño de la raíz: cumple con las funciones de soporte, absorción de minerales, agua y nutrientes orgánico, su crecimiento está influenciado por factores ambientales como la humedad, temperatura y composición del suelo, la medición se realiza de forma manual mediante el uso de una cinta métrica. (Raven et al. 1992)

2.7.15 Textura del suelo: Representa el porcentaje de arcilla, arena y limo presente en el suelo .

$$T = \frac{P_f \times 100}{P_m}$$

(FAO, 2007)

Dónde:

T= Porcentaje de la fracción de la textura del suelo

P_f = Peso de la fracción de muestra

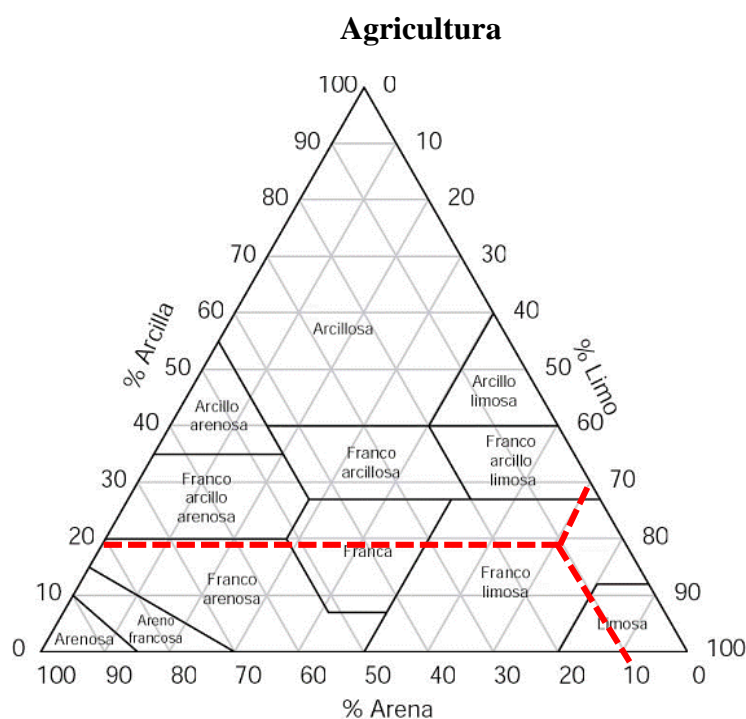
100= Porcentaje total de las fracciones de suelo

P_m =Peso total de la muestra

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Una vez obtenidos los porcentajes de arcilla, arena y limo, se ubica en la línea inclinada izquierda para ubicar el porcentaje de arcilla y se traza la línea correspondiente al porcentaje, posteriormente en la línea del porcentaje de arena se sitúa el valor obtenido y se traza una línea correspondiente al porcentaje y para finalizar, se procede a realizar el mismo procedimiento con el porcentaje de limo obtenido.

Figura 7: Triángulo de textura del suelo según el Departamento Americano de



(Chapman & Pratt, 1997)

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

2.8 PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron procesados de dos maneras. La primera fue el análisis de datos de los diferentes parámetros físicos-químicos y características del producto obtenidas en laboratorio. Se los analizó de acuerdo al tipo de muestras correspondiente a cada unidad experimental. De esta manera, se clasificó a las muestras de suelo. Luego, los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico SAS Data Management. Los análisis fueron coeficientes de variación, desviaciones estándar, medias y prueba de Turkey. Por último, se analizó las medias de las etapas de diagnóstico, germinación y cosecha mediante gráficas comparativas de las unidades experimentales a lo largo del ciclo de cultivo.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS

Las muestras de suelo fueron tomadas de cada unidad experimental que comprendió un área total de 72m². En cada unidad experimental se determinaron tres puntos de muestreo de los cuales recolecto 1kg de muestra compuesta.

3.2 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.2.1 Resultado de textura del suelo

Se determinó que el suelo analizado presenta una textura franco limosa ya que se obtuvieron los siguientes resultados en gramos del peso de las fracciones de suelo 50 g de arcilla que representa el 21,74%, 20 gramos de arena que en porcentaje es el 8,70% y 160g de limo que es 69,56%. Haciendo uso del triángulo de textura establecido por el departamento de agricultura (Ver Fig. 7) mediante el trazo de líneas en porcentajes obtenidos de cada fracción en el triángulo de textura.

3.2.3 Sistema de control del cultivo

El sistema de control de cultivo consta con las actividades realizadas durante todo el ciclo de cultivo del rábano y los tiempos en los que se realizaron (Tabla 5).

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Tabla 4: Actividades realizadas durante el ciclo de cultivo del rábano

Actividad	Mayo									Junio																														
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5			Semana 6			Semana 7																					
Aporque																																								
Control de maleza																																								
Cosecha																																								
Fertilización																																								
Preparación del suelo																																								
Siembra																																								

Elaborado por: Toapanta, 2014.

Las actividades del ciclo de cultivo empezaron el día 22 de mayo se realizó la preparación del suelo que consistió en remoción de maleza, construcción de surcos y canales de riego de manera manual y el uso de herramientas de trabajo, posteriormente se realizó la siembra de forma manual, las semillas fueron colocadas a una profundidad equivalente al doble de su tamaño.

Durante la etapa de germinación se realizó el aporque de manera manual que consistió en la adición de tierra a las plantas el día 6 de Junio, en este mismo día se efectuó la adición de fertilizante en el suelo poniendo pequeñas cantidades cercanas a la planta y cubriéndoles con tierra y finalmente se ejecutó en este día el raleo manual en el cual se removió ciertas plantas las cuales no iban a ser parte de la investigación.

El día 13 de junio se llevó a cabo el control de maleza de manera manual que se retiró plantas que no pertenezcan al cultivo del rábano.

El día 15 de junio se hizo el segundo aporque del ciclo de cultivo, actividad que se efectuó de forma manual.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Finalmente las actividades culminaron el día 30 de junio con la cosecha del cultivo que se realizó manualmente retirando cada planta del suelo.

3.2.2 Resultado de la cuantificación de dosis de fertilizantes

La cuantificación de dosis de fertilizante para cada unidad experimental se basó en los resultados de los macronutrientes de cada parcela (Ver tabla 4) y las necesidades nutricionales para el cultivo de rábano (Ver tabla 2).

Tabla 5: Resultados de los macronutrientes presentes en cada unidad experimental

Muestra	Fósforo (%)	Nitrógeno (%)	Potasio (%)
	Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico
AB	2,89	2,94	1,72
AC	2,80	3,01	1,63
ABC	3,13	3,64	1,58
BC	2,72	3,15	1,70
Estiércol	2,72	2,94	1,55
DAP	2,99	2,87	1,81
HUMUS	2,93	3,85	1,79
TESTIGO	3,01	3,85	2,02

Elaborado por: Toapanta, 2014

De acuerdo con los resultados de macronutrientes durante la etapa de diagnóstico (Ver tabla 4) se procedió a establecer la dosificación adecuada de fertilizantes que se aplicó (Ver tabla 5) en cada parcela durante el ciclo de cultivo en la etapa de germinación.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Tabla 6: Dosis de fertilizantes aplicados en las parcelas del área de investigación

Anchilivi, 2014.

Parcelas	HUMUS	ESTIÉRCOL	DAP
	Kg/Unidad Experimental		
AB	2,250	2,000	0,000
AC	4,500	0,000	0,228
ABC	0,750	2,000	0,385
BC	0,000	4,000	0,584
ESTIÉRCOL	0,000	4,500	0,000
DAP	0,000	0,000	1,746
HUMUS	4,500	0,000	0,000

Elaborado por: Toapanta, 2014

3.2.4 Resultados de parámetros físico químico del suelo

A continuación se presenta las tablas de las medias estadísticas de los parámetros físicos químicos evaluados a través del tiempo del ciclo de cultivo

Tabla 7 Análisis de los parámetros físico químicos del suelo de los tratamientos analizados.

Tratamiento	Conductividad eléctrica Media (uS/cm)	Densidad de Partículas Media (g/ml)	Humedad Media (%)	Materia orgánica Media (%)	pH Media
AB	45.86 ^{ae}	23.35 ^{ae}	35.75 ^{bd}	5.05 ^{abf}	6.9 ^{af}
AC	45.58 ^{ce}	19.09 ^{be}	46.63 ^{cdj}	4.79 ^{beg}	6.9 ^{abcf}
ABC	44.65 ^{bce}	13.76 ^{ace}	43.26 ^{adfg}	4.83 ^{bdgh}	6.5 ^{adf}
BC	44.09 ^e	20.56 ^{bde}	43.66 ^{aceik}	5.00 ^{bcdg}	6.8 ^{bef}
Estiércol	42.76 ^{de}	26.11 ^{ade}	37.97 ^{abgik}	4.87 ^{bcef}	6.5 ^{aef}
DAP	45.81 ^{ae}	23.34 ^{ace}	39.12 ^{adefj}	5.05 ^{abcde}	6.3 ^{adef}
Humus	44.15 ^{bde}	22.24 ^{ae}	37.91 ^{abhik}	4.79 ^{begh}	6.4 ^{abdf}
C.V.^	0.19	0.33	0.34	0.1	0.32

^{a-b} Medias de la misma columna con una letra distinta son estadísticamente diferentes (P <0.05).

[^] Coeficiente de variación.

Elaborado por: Toapanta, 2014

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

De los resultados de las medias evaluadas a través del tiempo se determina que la media ($P < 0.05$) para la conductividad eléctrica de la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) es el mejor tratamiento manteniendo la cantidad de sales en el suelo durante el ciclo de cultivo lo cual determina afecta a la germinación de las semillas, crecimiento de las plantas y absorción de agua, por otro lado la unidad experimental estiércol presenta el tratamiento con menor resultado del parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) para la densidad de partículas a través del tiempo durante el ciclo de cultivo de rábano la unidad experimental Estiércol presenta los mejores tratamientos para el parámetro analizado debido a una reducida manipulación del suelo durante el ciclo, la unidad experimental ABC (humus, estiércol bovino y fosfato diamónico) presenta el tratamiento con menor resultado para el parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) para la humedad durante todo el ciclo de cultivo de rábano en la unidad experimental BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) presenta los mejores tratamientos debido a que ha retenido mayor cantidad de agua para el crecimiento de las plantas, la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) representa el tratamiento con menor resultado para el parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) para la materia orgánica durante todo el ciclo de cultivo de rábano en la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) y DAP (fosfato diamónico) representan los mejores tratamientos debido a que la de materia orgánica durante el ciclo de cultivo se mantiene en iguales cantidades demostrando una alta fertilidad del suelo, mientras que la

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

unidad experimental AC (humus y fosfato diamónico) y humus representan los tratamiento con menores resultados para este parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) para el pH durante todo el ciclo de cultivo de rábano en la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) y AC (humus y fosfato diamónico) son los mejores tratamientos debido a que el parámetro analizado se mantiene constante manteniendo un pH neutro y sin variaciones significativas durante el ciclo favoreciendo al crecimiento de las plantas y asimilación de nutrientes, la unidad experimental DAP (fosfato diamónico) es el tratamiento con el menor resultado para el parámetro analizado.

Tabla 8: Análisis de macronutrientes en el suelo de los tratamientos evaluados durante el ciclo de cultivo de rábano.

Tratamiento	Fósforo Media (%)	Nitrógeno Media (%)	Potasio Media (%)
AB	2.85 ^{eg}	3.48 ^{de}	1,56 ^b
AC	2.25 ^{bcdg}	3.64 ^{ade}	1.38 ^{ab}
ABC	2.16 ^{cfg}	2.52 ^e	1.44 ^{ab}
BC	2.37 ^{adg}	4.00 ^{abce}	1.39 ^{ab}
Estiércol	2.32 ^{abcfg}	3.76 ^{acde}	1.42 ^{ab}
DAP	2.01 ^{eg}	3.92 ^{ade}	1.40 ^{ab}
Humus	2.42 ^{acfg}	3.80 ^{abe}	1.49 ^{ab}
C.V.^	0.1	0.16	0.91

^{a-b} Medias de la misma columna con una letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

[^] Coeficiente de variación.

Elaborado por: Toapanta, 2014

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

De los resultados de las medias evaluadas a través del tiempo se determina que la media ($P < 0.05$) para el fósforo en la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) representa el mejor tratamiento debido a pesar del consumo en la etapa de diagnóstico se reestableció el contenido de fósforo en el suelo no varía significativamente durante el ciclo de cultivo, la unidad experimental DAP (fosfato diamónico) presenta el tratamiento con menor rendimientos para el parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) del nitrógeno en la unidad experimental BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) representa el mejor tratamiento para el parámetro analizado debido a que durante el ciclo de cultivo mantuvo altas cantidades y con la adición de fertilizante al suelo el nitrógeno consumido en etapa de germinación fue restituido en grandes cantidades, la unidad experimental BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) representa el tratamiento con menor rendimiento para el parámetro analizado.

La media ($P < 0.05$) para el potasio durante el ciclo de cultivo en la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) es el mejor tratamiento para el parámetro analizado debido a que no hay una diferencia significativa en la cantidad de potasio en el suelo durante todo el ciclo de cultivo, la unidad experimental AC (humus y fosfato diamónico) es el tratamiento con menor rendimiento para el parámetro analizado.

A partir de la siguiente tabla del rango de suficiencia nutricional se consideró como base para el análisis de ciertos parámetros analizados durante el ciclo del cultivo de rábano.

Tabla 9: Rango de suficiencia nutricional del suelo

	Elemento (%)			
	Materia Orgánica	N	P	K

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

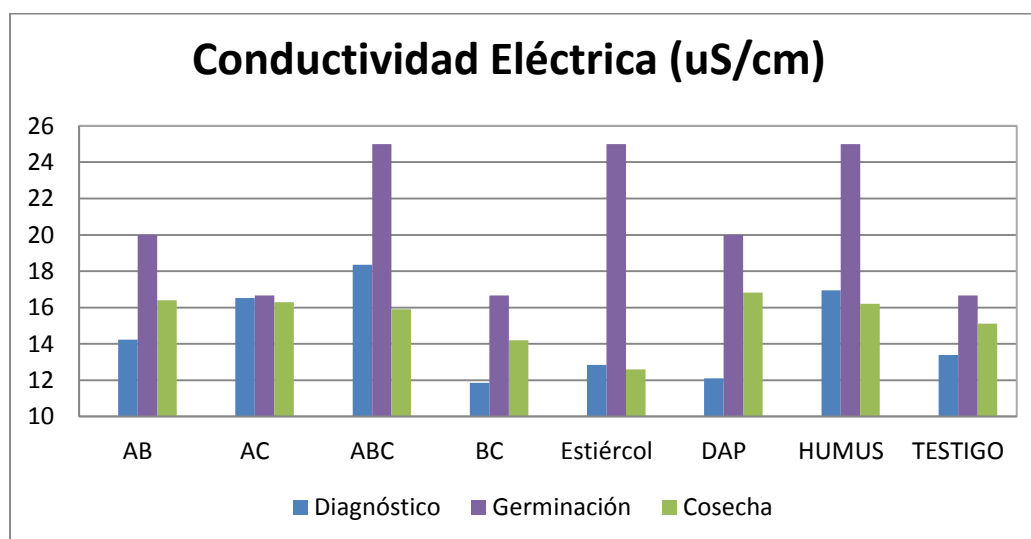
Nivel crítico	<2	< 2	< 0,2	< 1
Suficiencia	2-5	2-5	0,2-5	1-5
Toxicidad	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico

Fuente FAO: 2007

3.2.4.1 Conductividad eléctrica

A continuación, se presenta la comparación de la conductividad eléctrica en los diferentes tiempos de análisis (diagnóstico, germinación y cosecha) durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Figura 8: Comparación de la conductividad eléctrica en los diferentes tiempos durante un ciclo del cultivo de rábano.



Elaborado por: Toapanta, 2014

La conductividad eléctrica durante el ciclo de cultivo tiene una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) poco significativa (Ver tabla 7). Durante el ciclo de cultivo durante los análisis de la etapa de germinación se determina un aumento de las sales en el suelo a comparación de los

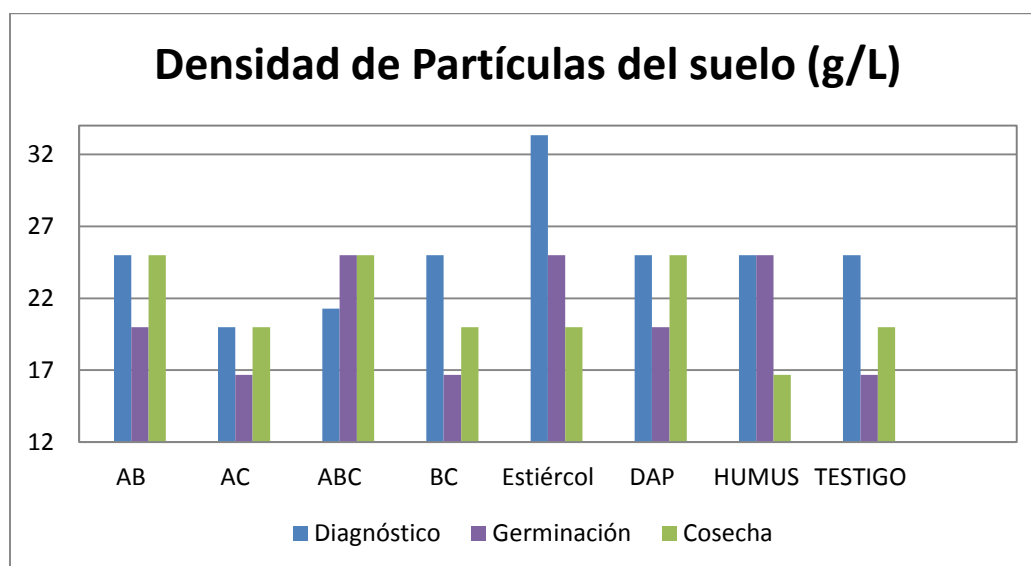
EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

datos obtenidos en la etapa de diagnóstico, posteriormente reduciéndose significativamente en los análisis realizados a los tratamientos al finalizar el. La unidad experimental ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) presento las mejores características finales para el análisis de este parámetro (Ver fig. 8).

3.2.4 2 Densidad de partículas del suelo

A continuación se presenta la comparación de la densidad de partículas de suelo en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Figura 9: Comparación de la densidad de partículas de suelo en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

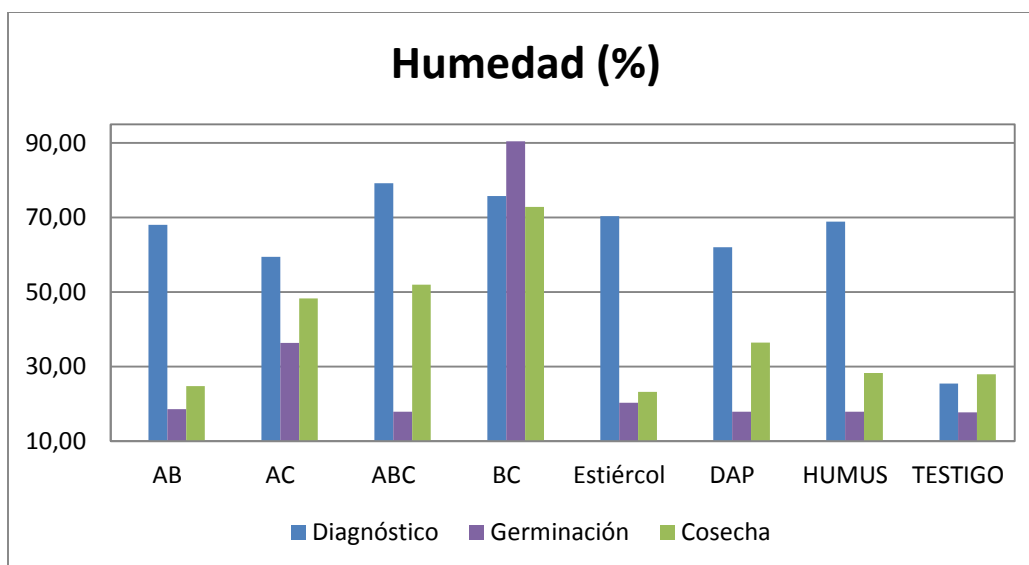
La densidad de partículas del suelo durante el ciclo de cultivo tiene una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) poco significativa (Ver tabla 7). Los análisis de densidad de partículas del suelo durante la etapa de diagnóstico son mayores a los análisis realizados en etapa de germinación y cosecha, durante la etapa de diagnóstico no se realizaron labores de preparación del suelo motivo por el cual los resultados para el parámetro analizado son mayores a comparación con las etapas de germinación y cosecha. La etapa de germinación hay una disminución significativa de la densidad partículas del suelo durante todo el ciclo debido que se realizaron las parcelas y siembra. Por último, etapa de germinación se observa un aumento de la densidad de partículas del suelo ya que la manipulación de las unidades experimentales es casi nula. La unidad experimenta Estiércol (estiércol bovino) presento las mejores características para el parámetro analizado durante el ciclo de cultivo y la de menor rendimiento la unidad AC (humus y fosfato diamónico) (Ver Fig. 9).

3.2.4.3 Humedad

A continuación se presenta la comparación de la humedad en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 10: Comparación de la humedad en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

La densidad de partículas durante el ciclo de cultivo tiene una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) significativa (Ver tabla 7). El porcentaje de humedad en etapa de diagnóstico es mayor que en etapas siguientes evaluadas ya que el consumo de agua de la tierra es mínimo ya que no hay un sembrío. La etapa de germinación posee un mayor gasto de agua del suelo debido a que los rábanos requieren de grandes cantidades del líquido para su nacimiento. La etapa de cosecha a comparación de la etapa de germinación posee un aumento de la humedad en el suelo ya que los rábanos se dedican a absorber menos cantidades de agua y aumenta el consumo de nutrientes del suelo.

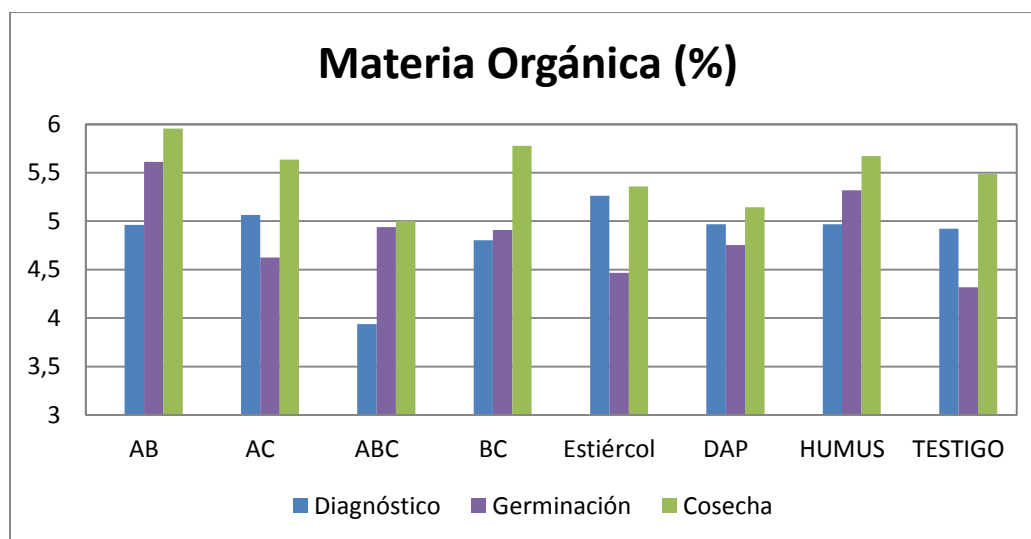
EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

La unidad experimental BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) presento las mejores características para el parámetro analizado durante el ciclo de cultivo y la de menor rendimiento la unidad experimental DAP (fosfato diamónico) (Figura 10).

3.2.4.4 Materia Orgánica

A continuación se presenta la comparación de la materia orgánica en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Figura 11: Comparación de materia orgánica en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

La materia orgánica durante el ciclo de cultivo tuvo una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) poco significativa (Ver tabla 7). El análisis realizado en la etapa de diagnóstico permite determinar un suelo con alto contenido de materia orgánica característica de los suelos con alta fertilidad, en etapa de germinación hay un ascenso en el contenido de materia orgánica

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

presente en el suelo del área de investigación a comparación de la etapa de diagnóstico. El último análisis realizado nos permite observar un aumento de la materia orgánica en el área experimental a comparación de los diferentes tiempos de investigación analizados determinando que la adición del fertilizante apporto en el incremento de materia orgánica a pesar de que en las unidades experimentales ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) y DAP (fosfato diamónico) durante esta etapa tuvieron un menor rendimiento para este parámetro generado debido a la presencia de un fertilizante químico. La unidad experimental AB (estiércol bovino y humus) presento las mejores características para el parámetro analizado durante el ciclo de cultivo y la de menor rendimiento la unidad experimental ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) (Ver Fig. 11).

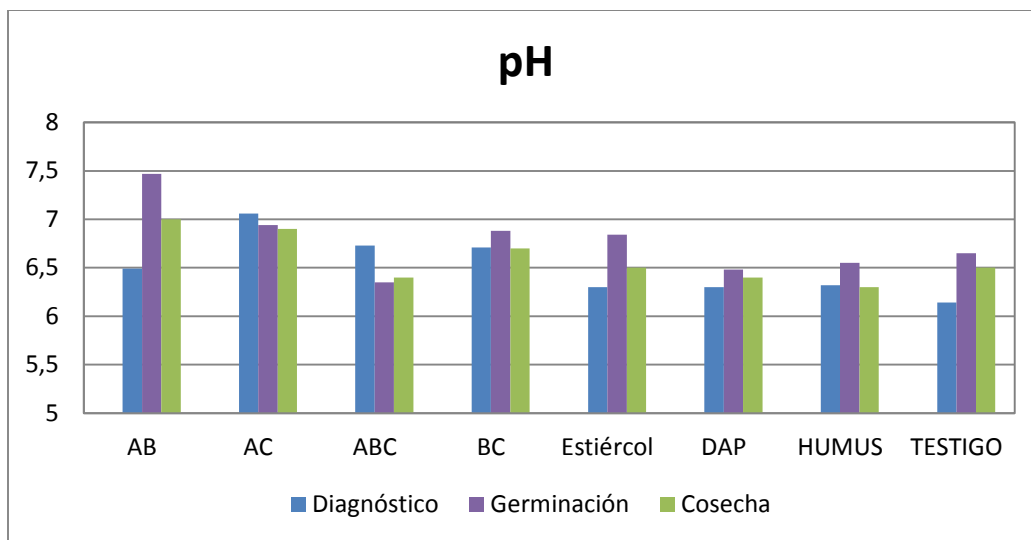
El rango de suficiencia nutricional en suelo se puede observar en anexos (Ver Tabla 9).

3.2.4.5 pH

A continuación se presenta la comparación del pH en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 12: Comparación de pH en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

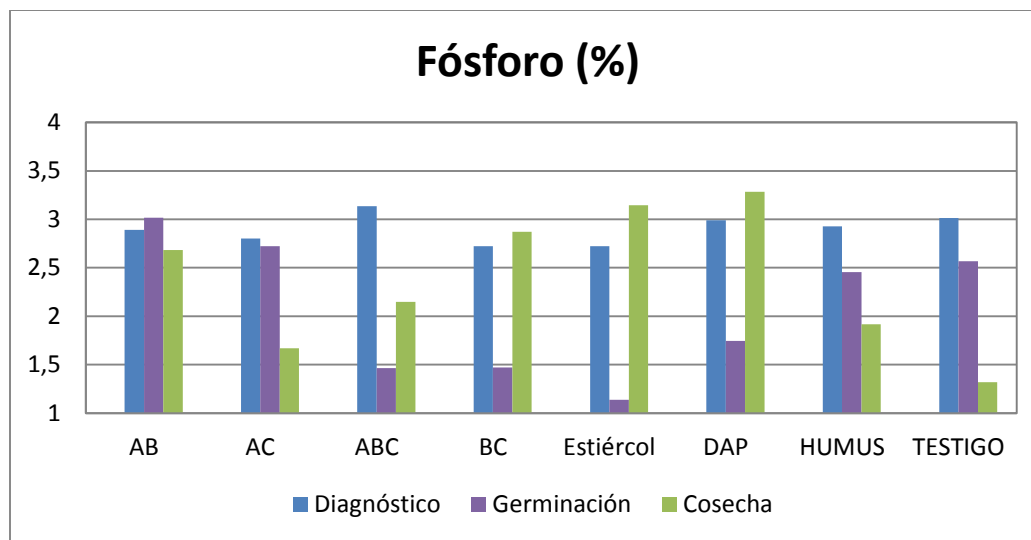
El pH de los tratamientos tuvo una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) poco significativa (Ver tabla 7). Durante todo el ciclo de cultivo del rábano el pH se mantiene neutro siendo ideal para el crecimiento del rábano y asimilación de nutriente, a pesar de la adición de fertilizantes en el análisis de la etapa de cosecha se determina que el uso de los mismos no afecta al comportamiento del parámetro analizado. La unidad experimental AC (fosfato diamónico y humus) presento las mejores características para el parámetro analizado durante el ciclo de cultivo y la de menor rendimiento la unidad experimental ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) (Ver Fig. 12).

3.2.4.6 Fósforo

A continuación se presenta la comparación del fósforo en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 13: Comparación de fósforo en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

El fósforo de los tratamientos tuvo una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) significativa (Ver tabla 8). Los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico se determina que el fósforo en las unidades experimentales cumple con los rangos de suficiencia nutricionales del suelo (Ver Tabla 9) para poder abastecer de nutrientes al cultivo. En etapa de germinación el consumo de fósforo del suelo a comparación de la etapa de diagnóstico es alto, ya que las plantas absorben mayor cantidad de este nutriente en su etapa de desarrollo. Por último, al realizar el análisis de fósforo en etapa de cosecha la cantidad de este elemento aumento debido a la adición de fertilizantes que son fuentes del mismo. La unidad experimental DAP (fosfato diamónico) presentó las mejores características para el parámetro analizado durante el ciclo de cultivo y el menor rendimiento se identifica en las unidades experimentales AC (fosfato diamónico y humus) y Humus (Ver Fig. 13).

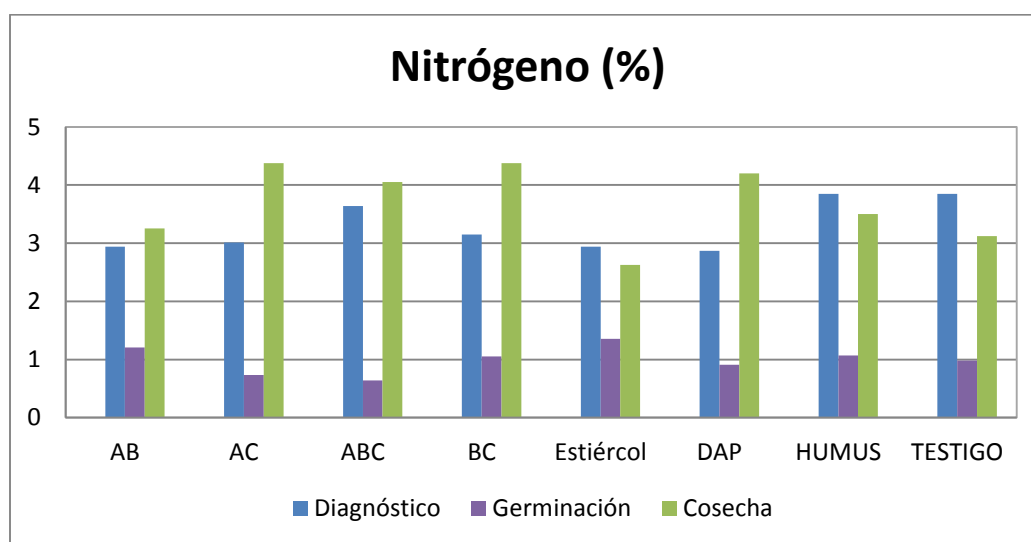
EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

El rango de suficiencia nutricional en suelo se puede observar en anexos (Ver Tabla 9).

3.2.4.7 Nitrógeno

A continuación se presenta la comparación del nitrógeno en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Figura 14: Comparación de nitrógeno en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

El nitrógeno de los tratamientos tuvo una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) significativa (Ver tabla 8). En el análisis realizado en la etapa de diagnóstico se determina que el suelo contiene nitrógeno suficiente para abastecer de nutrientes para el cultivo, al realizar el análisis de las unidades experimentales durante la etapa de germinación el contenido de nitrógeno en el suelo desciende considerablemente a comparación de la etapa de diagnóstico acreditándose este efecto al consumo de nutrientes por parte de la planta para su crecimiento. Por último,

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

en etapa de cosecha el nivel de nitrógeno presente en el suelo aumenta debido a la implementación de fertilizantes en las unidades experimentales AC (fosfato diamónico y humus), ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus) y DAP (fosfato diamónico) el efecto es mejor debido a que el fertilizante químico adicionado contiene en su fórmula química contenido de nitrógeno y por el contrario de la unidad experimental estiércol (estiércol bovino) que presenta el menos rendimiento en el parámetro analizado (Ver Fig. 14).

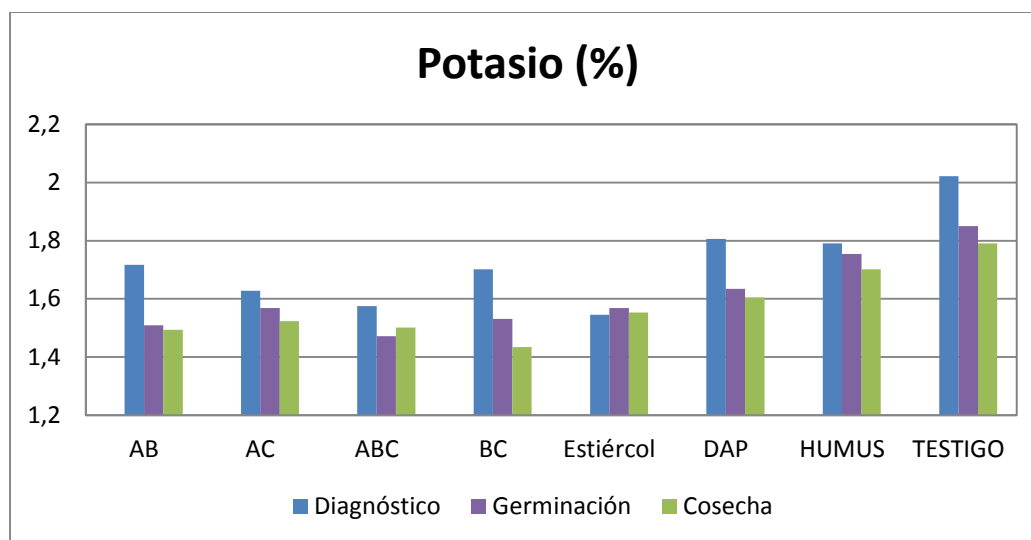
El rango de suficiencia nutricional en suelo se puede observar en anexos (Ver Tabla 9) y las características de los fertilizantes se observa en la descripción de los tratamientos (Ver tabla 3).

3.2.4.8 Potasio

A continuación se presenta la comparación de potasio en los diferentes tiempos de análisis durante el ciclo de cultivo para cada uno de los tratamientos evaluados.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Figura 15: Comparación de potasio en los diferentes tiempos en todo el ciclo del cultivo de rábano para cada uno de los tratamientos evaluados.



Elaborado por: Toapanta, 2014

El potasio durante el ciclo de cultivo tiene una diferencia entre las medias ($P < 0.05$) poco significativa (Ver tabla 8). El análisis de diagnóstico se determina que la cantidad de potasio presente se encuentra en rango de suficiencia en el suelo para el cultivo (Ver Tabla 9). La etapa de germinación el parámetro analizado sufre una disminución a comparación de la etapa de diagnóstico debido al consumo de nutrientes por parte de la planta. Para finalizar, en etapa de cosecha se observa una disminución de la cantidad de potasio presente en el suelo debido a que los fertilizantes utilizados no tuvieron un aporte importante de potasio para el engrosamiento de la planta. Las unidades experimentales con mejor rendimiento durante el ciclo de cultivo para el parámetro analizado son DAP (fosfato diamónico) y Humus, mientras que el menor rendimiento se observa en la unidad BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) (Ver Fig. 15).

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

El rango de suficiencia nutricional en suelo se puede observar en la tabla 9 y las características de los fertilizantes se observa en la descripción de los tratamientos (Tabla 3).

3.2.5 Resultados de la producción

A continuación se muestran el análisis estadístico de medias y desviación estándar de la cantidad de hojas y densidad del rábano.

Tabla 10: Análisis de los parámetros del producto y del cultivo de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Cantidad de hojas Media \pm DE °	Densidad del rábano (g/L) Media \pm DE °
AB	6.23 \pm 0.05 ^a	0.15 \pm 0.03 ^{bc}
AC	6.12 \pm 0.11 ^a	0.14 \pm 0.02 ^c
ABC	5.50 \pm 0.50 ^b	0.16 \pm 0.05 ^a
BC	6.11 \pm 0.12 ^a	0.14 \pm 0.02 ^c
Estiércol	6.10 \pm 0.02 ^a	0.15 \pm 0.03 ^b
DAP	4.92 \pm 0.02 ^c	0.17 \pm 0.05 ^a
HUMUS	5.21 \pm 0.03 ^{bc}	0.16 \pm 0.05 ^a
C.V (%) ^	3.29	0.86

^{a-g} Medias de la misma columna con una letra distinta son estadísticamente diferentes (P <0.05).

^ Coeficiente de variación.

° Desviación estándar.

Elaborado por: Toapanta, 2014

3.2.5.1 Cantidad de hojas

La cantidad de hojas de los tratamientos tuvo una diferencia entre las medias (P < 0.05) poco significativa (Ver tabla 9). Los mejores tratamientos para este parámetro son AB (estiércol

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

bovino y humus), AC (humus y fosfato diamónico) produciendo medias similares de la cantidad de hojas. Los tratamientos ABC (humus, estiércol bovino y fosfato diamónico) y humus presentan la menor producción de hojas en el cultivo de rábano (Ver tabla 9).

3.2.5.2 Densidad del rábano

La densidad del rábano de los tratamientos entre las medias ($P < 0.05$) es poco significativa (Ver tabla 9). Los mejores tratamientos para el parámetro analizado son ABC (estiércol bovino, fosfato diamónico y humus), DAP (fosfato diamónico) y HUMUS generaron un mismo resultado en la densidad del rábano siendo las medias similares, los tratamientos mencionados representan los mejores para el parámetro analizado. Los tratamientos AC (humus y fosfato diamónico) y BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) produjeron un menor efecto en el parámetro analizado.

A continuación se muestran el análisis estadístico de medias y desviación estándar del diámetro del producto, porcentaje de germinación y tamaño de la raíz (Ver tabla 10).

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

Tabla 11: Análisis de los parámetros del producto y del cultivo de los tratamientos

analizados.

Tratamientos	Diámetro del producto (cm) Media \pm DE °	Porcentaje de germinación Media \pm DE °	Tamaño de raíz (cm) Media \pm DE °
AB	8.96 \pm 0.04 ^e	90 \pm 1.00 ^a	8.4 \pm 0.10 ^d
AC	9.03 \pm 0.03 ^e	91 \pm 1.00 ^a	9.35 \pm 0.05 ^b
ABC	9.96 \pm 0.04 ^b	89 \pm 3.00 ^{ab}	10.11 \pm 0.11 ^a
BC	9.64 \pm 0.06 ^c	91 \pm 1.00 ^a	8.56 \pm 0.04 ^c
Estiércol	9.12 \pm 0.02 ^d	88 \pm 1.00 ^{ab}	8.13 \pm 0.13 ^e
DAP	10.07 \pm 0.07 ^a	86 \pm 2.00 ^b	10.01 \pm 0.01 ^a
HUMUS	7.81 \pm 0.03 ^f	91 \pm 3.00 ^a	9.39 \pm 0.02 ^b
C.V (%) ^	0.53	2.06	0.89

^{a-g} Medias de la misma columna con una letra distinta son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

^ Coeficiente de variación.

° Desviación estándar.

Elaborado por: Toapanta, 2014

3.2.5.3 Diámetro del producto

El diámetro del rábano de los tratamientos tuvo una diferencia significativa entre las medias (P < 0.05) (Ver tabla 10). El tratamiento DAP (fosfato diamónico) representa las mejores características de la producción al evaluar el diámetro del rábano. El tratamiento HUMUS generó el menor efecto en el parámetro evaluado para el cultivo de rábano (Ver tabla 10).

3.2.5.4 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación de los tratamientos tuvo una diferencia poco significativa entre las medias (P < 0.05) (Ver tabla 10). Los tratamientos AB (humus y estiércol bovino), AC

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

(humus y fosfato diamónico), BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) y HUMUS generando un porcentaje similar en la germinación de las plantas, representan a los mejores tratamientos para el parámetro evaluado. El tratamiento DAP (fosfato diamónico) obtuvo la menor germinación del cultivo de rábano (Ver tabla 10).

3.2.5.5 Tamaño de la raíz

El tamaño de la raíz en los siete tratamientos tuvo una diferencia significativa entre las medias ($P < 0.05$) (Ver tabla 10). Los tratamientos ABC (estiércol, humus y fosfato diamónico) y DAP (fosfato diamónico) promovieron el mismo efecto en la producción de la raíz siendo las medias casi similares, las mismas que fueron los mejores tratamientos en cuanto al evaluar el parámetro tamaño de la raíz al cultivo. El tratamiento Estiércol fue el que menor efecto produjo en la elongación de la raíz en el cultivo de rábano ((Ver tabla 10).

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1 CONCLUSIONES

- La aplicación de fertilizantes en el suelo incide directamente en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de rábano como se ha podido constatar en esta investigación.
- Las propiedades físicas del suelo como densidad de partículas y humedad durante la investigación no tienen una variación significativa durante todo el ciclo del cultivo, lo cual determina que la agricultura y aplicación de fertilizantes no generan impactos inmediatos en el suelo a corto plazo.
- Las propiedades químicas como conductividad eléctrica, materia orgánica y pH durante el ciclo de cultivo no tienen una variación significativa, ya que las condiciones externas (agua, presión y temperatura) del área experimental no fueron alteradas además que las características del suelo en la etapa de diagnóstico indicó que era un suelo apto para la siembra para el cultivo del rábano ya que cumplía con los requerimientos nutricionales.
- Los macronutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio presentes en el suelo se disminuyen durante la etapa de germinación debido al consumo de nutrientes de la planta para su crecimiento, posterior a la aplicación de fertilizantes al suelo los nutrientes como fósforo y nitrógeno vuelven a reestablecerse en el suelo aunque el

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

contenido de fósforo en el suelo se reduce en cada etapa del ciclo del cultivo ya que los fertilizantes usados no son fuentes significativas de fósforo.

- Las unidades experimentales que tuvieron la aplicación de fosfato diamónico tienen una mejor producción debido a que generaron mejores características del producto tanto en la densidad (media 0,17cm), diámetro (media 10,07 g/L) y tamaño de la raíz (10,01 cm) propiedades más apreciadas por el consumidor al momento de adquirir el producto, mientras que la unidad experimental AB (humus y estiércol bovino) es el tratamiento con menor rendimientos en la media de las características del producto tanto en la densidad (0,15cm), diámetro (media 8,96 g/L) y tamaño de la raíz (8,4 cm).
- El porcentaje de germinación de la semilla en las unidades experimentales es alto por encima del 85%, garantizando la calidad de la variedad utilizada para la investigación en las unidades experimentales AC (humus y estiércol bovino) (91%), BC (estiércol bovino y fosfato diamónico) (91%) y Humus (91%) obtuvieron los mejores resultados pero esto no garantiza que presenten mejores características del producto.
- Las actividades de control de cultivo como aporque, control de maleza y raleo garantiza que las plantas aprovechen los nutrientes del suelo presentes y que estos no sean utilizados por las plantas de rábano, garantizando la culminación con mejores características del producto.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- La unidad experimental que tuvo la aplicación de DAP (fosfato diamónico) como fertilizante inorgánico, tuvo las mejores características del producto como la densidad, diámetro y tamaño de la raíz cualidades que el consumidor valora al momento de adquirir un producto, por otro lado en el suelo las cantidades de macronutrientes en las unidad experimental DAP (fosfato diamónico) después de la aplicación del fertilizante en etapa de germinación fueron restituidas contando con valores altos de suficiencia nutricional en el suelo para los macronutrientes fósforo (3,28%) , nitrógeno (4,20) y potasio (1,61%) a pesar de ser un fertilizante que no es fuente de potasio. Los fertilizantes orgánicos analizados como el humus tuvo resultados menos favorables en comparación al DAP ya que el aporte de macronutrientes del humus en el suelo fósforo (1,92%) , nitrógeno (3,50) y potasio (1,70%) , por último se obtuvo menos aporte de nutrientes al suelo con el estiércol bovino cuyos valores obtenidos son fósforo (3,14%), nitrógeno (2,63) y potasio (1,55%), a pesar de los resultados del aporte al suelo de los fertilizantes orgánicos se obtuvo mejor producción con el estiércol bovino en comparación al humus.

El fertilizante químico brinda grandes beneficios al agricultor en su producción, control de plagas y nutrientes para el cultivo aunque a largo plazo estas tierras tienden a erosionarse generando tierras infértiles, problemas medio ambientales como desbalance en los ciclos de nitrógeno, fósforo y potasio y producen toxicidad en los productos, por lo tanto se debe optar por fertilizantes orgánicos y prácticas sustentables que generen menor impacto al suelo con la finalidad de que este recurso pueda mantenerse en condiciones óptimas para las actividades agrícolas.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

4.2 RECOMENDACIONES

- Se debería realizar investigaciones con diferentes combinaciones de fertilizantes orgánicos, con la finalidad de obtener una mejor producción de rábano y generar materia prima de origen orgánico.
- Realizarse más investigaciones en condiciones climáticas diferentes, tipo de suelo y variedad de semilla del rábano para determinar el beneficio que aporta el uso de fertilizantes a diferentes condiciones.
- Generar investigaciones con diferentes fertilizantes orgánicos y químicos y sus combinaciones para comprobar el beneficio real de su aplicación en los cultivos.
- Promover el uso de fertilizantes orgánicos ya que estos no generan un impacto al suelo.
- Realizarse un análisis de suelo inicial y posterior a este con los resultados obtenidos del contenido de nutrientes escoger el tipo de fertilizante que se vaya utilizar para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo.
- Generar un sistema de control del cultivo para determinar las actividades que son necesarias realizarse determinando fechas de realización.
- Difundir los conocimientos en los pequeños agricultores, para que tengan un mejor conocimiento de manejo de fertilizantes y uso adecuado de los mismos con la finalidad de obtener el mejor beneficio para su producción y fomentar prácticas sustentables generando conciencia ambiental en los agricultores.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Rodríguez, C., Sierra, A., & Vásquez, M. M. (1998). *Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo*. México D.F: Universidad de Quintana Roo.
- IFA (2002). Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes. *Los fertilizantes y su uso*. Roma: FAO.
- Audersik, T., & Audersik, G. (1997). *Biología, la vida en la tierra*. México: Pearson Educación .
- Bennet, W. (1993). *Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms*. Minnessota: APS Press.
- Burton, L. D. (1999). *Agrociencia y Tecnología*. Madrir: Paraninfo.
- Cámara de Agricultura. (2000). III Censo Agropecuario. Recuperado de <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.ht>
- Casas, R. (2011). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Madrid: Paraninfo.
- Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1997). *Método de análisis para suelos, plantas y aguas*. México D.F: Trillas.
- CISA - AGRO (2009). Comercial Internacional Agrícola. semilla de rábano. Nicaragua
- Código Orgánico de la Producción comercio e inversiones (2010). Libro 1 *Del desarrollo productivo, mecanismos y órganos de competencia*.
- Cordero, I. (2010) *Aplicación de Biol a partir de residuos: Ganaderos de Cuy y Gallinaza, en cultivos de Raphanus Sativus para determinar su incidencia en la calidad del suelo para Agricultura*. Tesis no publicada. Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias y ambientales, Cuenca

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- FAO (2007). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Entrenamiento básico de suelos. Recuperado de ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm
- Fick, A. (1988). *Fertilizantes y fertilización*. Barcelona: Reverté S.A.
- Giaconi, V., & Escaff, M. (2004). *Cultivo de Hortalizas*. Santiago de Chile: Universitaria.
- Hodgson, J. (1987). *Muestreo y Descripción de Suelos*. España: Reverté.
- Hull, W. (1992). *Manual de Conservación de suelos*. México: Grupo Noriega Editores.
- INEC. (2012). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Recuperado de <http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html>
- INEC. (2000). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional Agropecuario. Recuperado de http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=126
- INEN (2012). Instituto Ecuatoriano Normalización. Hortalizas y Frutas Fresas: Muestreo. Recuperado de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1750-C.pdf>
- NEN (2012). Instituto Ecuatoriano Normalización. Hortalizas Fresas: Rábano. Recuperado de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/1833.pdf>
- NPFI(1992). National Plant Food Institute. *Manual de fertilizantes*. México D.F : Limusa.
- Jaime Cevallos, P. O. (2000). *Evaluaciones de Impactos Ambientales e Indicadores Ambientales en el Ecuador*. Proyecto de capacitación y asistencia técnica de apoyo a la gestión ambiental de los consejos provinciales del Ecuador.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- Jara, L. (1997). *Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales*. Turrialba: Catie.
- Kass, D. (1998). *Fertilidad de suelos*. San José: EUNED.
- Thompson L.M *et al.* (2002). *Los suelos y su fertilidad*. Barcelona : Reverté.
- Lagunas, R., & Contreras, J. (2000). *Efecto del biofertilizante sobre el crecimiento y rendimiento del rábano*. Managua: La Calera.
- Lange, E., Hans-Georg, L., & Andreas, M. (1994). *El gran libro de las verduras de todo el mundo*. Madrid: Everest.
- Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria (2009). Título III *Producción y Comercialización Agroalimentaria*.
- Martinez, A., Lee, R., Chaparro, D., & Sandra, P. (2003). *Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca del Ecuador (2013). Boletín Mensual N° 24. Septiembre. Recuperado de http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Fertilizantes/FERTILIZANTES_Septiembre_2013.pdf
- Morel, P. (1971). *Tecnología de los Fertilizantes*. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Navarro, G. (2003). *Química Agrícola*. Madrid: Mundi Prensa.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Roma: FAO.
- Orrego, C. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Pamplona, J. (2008). *El poder medicinal de los alimentos*. Argentina: Casa Editora Sudamericana.
- Raven, P., Evert, R., & Eichhorn, S. (1992). *Biología de las plantas*. Barcelona: Reverté.

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES (FOSFATO DIAMÓNICO, ESTIÉRCOL BOVINO Y HUMUS), EN UN CICLO DE CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativum*) EN ANCHILIVI LOTE 41, SALCEDO, COTOPAXI, ECUADOR, 2014

- Rodríguez Fuentes, L. (2011). *Método de análisis de suelos y plantas*. México: Trillas.
- Solís, J. N. (2000). *Introducción a la Edafología*. Costa Rica: EUNED.
- Stallings, J. (1985). *EL suelo su uso y mejoramiento* . México: Continental.
- Torrez,M.(2011). *Evaluación del cultivo de rábano (Raphanus sativus L) variedad Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "Kc" y "Ky", bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009.* (Trabajo de fin de carrera no publicado), Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua
- TULAS. (2003). Texto Unificado de de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, Anexo 2. *Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados*.Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS

Análisis de densidad y humedad en diferentes etapas del cultivo

Nombre muestra	Densidad de Partículas(g/L)			Humedad (%)		
	Diagnóstico	Germinación	Cosecha	Diagnóstico	Germinación	Cosecha
AB	25,00	20,00	25,00	68,067	18,62	24,77
AC	20,00	16,67	20,00	59,490	36,33	48,26
ABC	21,28	25,00	25,00	79,211	17,92	51,98
BC	25,00	16,67	20,00	75,747	90,48	72,86
Estiércol	33,33	25,00	20,00	70,358	20,26	23,23
DAP	25,00	20,00	25,00	62,075	17,86	36,43
HUMUS	25,00	25,00	16,67	68,919	17,92	28,29

Elaborado por: Toapanta, 2014

Análisis de conductividad eléctrica y fósforo en diferentes etapas del cultivo

Nombre muestra	Conductividad Eléctrica (μS/cm)			Fósforo (%)		
	Diagnóstico	Germinación	Cosecha	Diagnóstico	Germinación	Cosecha
AB	14,24	17,5	16,4	2,89	3,02	2,68
AC	16,52	16,6	16,3	2,80	2,72	1,67
ABC	18,36	16,5	15,9	3,13	1,47	2,15
BC	11,85	13,9	14,2	2,72	1,47	2,87
Estiércol	12,85	13,7	12,6	2,72	1,14	3,14
DAP	12,11	17,4	16,82	2,99	1,75	3,28
HUMUS	16,94	17,03	16,21	2,93	2,46	1,92

Elaborado por: Toapanta, 2014

Análisis de materia orgánica y nitrógeno en diferentes etapas del cultivo

Nombre muestra	Materia Orgánica (%)			Nitrógeno (%)		
	Diagnóstico	Germinación	Cosecha	Diagnóstico	Germinación	Cosecha
AB	4,96	5,61	5,95	2,94	1,21	3,26
AC	5,06	4,62	5,64	3,01	0,74	4,38
ABC	3,94	4,94	5,00	3,64	0,64	4,05
BC	4,80	4,91	5,78	3,15	1,05	4,38
Estiércol	5,26	4,47	5,36	2,94	1,36	2,63
DAP	4,97	4,75	5,14	2,87	0,91	4,20
HUMUS	4,97	5,32	5,67	3,85	1,07	3,50
TESTIGO	4,92	4,32	5,49	3,85	0,98	3,12

Elaborado por: Toapanta, 2014

Análisis de pH y potasio en diferentes etapas del cultivo

Nombre muestra	pH			Potasio (%)		
	Diagnóstico	Germinación	Cosecha	Diagnóstico	Germinación	Cosecha
AB	6,49	7,47	7	1,72	1,51	1,49
AC	7,06	6,94	6,9	1,63	1,57	1,52
ABC	6,73	6,35	6,4	1,58	1,47	1,50
BC	6,71	6,88	6,7	1,70	1,53	1,43
Estiércol	6,3	6,84	6,5	1,55	1,57	1,55
DAP	6,3	6,48	6,4	1,81	1,63	1,61
HUMUS	6,32	6,55	6,3	1,79	1,75	1,70
TESTIGO	6,14	6,65	6,5	2,02	1,85	1,79

Elaborado por: Toapanta, 2014