



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

**Eficacia de la Técnica Mulching para
recuperar el porcentaje de fósforo adicionando
residuos orgánicos frescos, degradados y
mixtos en el suelo del botadero del distrito
de Mito - 2017**

Jaqueline Janet Maita Rodríguez

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

- A mi padre Mario, por ser mi protector, el cual desde muy pequeña me ha cuidado y brindado su apoyo en todo aspecto, por inculcarme valores los cuales me hicieron llegar hasta aquí. Gracias padre por acompañarme en todo este camino, por guiar mis pasos y por ser mi respaldo en todo.
- A mi madre Nancy, por ser mi amiga, consejera y compañera. Por ayudarme en los momentos de indecisión.
- A mi hermana María, por ser mi fiel compañera, la pequeña que me apoya en todo y por sus deseos de superación en todo aspecto de mi vida.
- A mi abuelita Luisa, quien es como mi segunda madre, la cual me ha brindado buenos consejos, me ha cuidado en los momentos difíciles y que siempre me ha orientado por el camino del bien.
- A mi tío Adolfo, quien es un gran ejemplo a seguir tanto en lo personal como en lo profesional y por ser quien me apoyó en todos los momentos de mi vida, por consentirme como una niña y aconsejarme como grande.
- A la familia Maita, quienes participaron de manera conjunta en mi formación, cada quien, con su granito de arena, apoyándome en todo momento.
- A mi asesora Verónica Canales, quien me orientó en toda mi investigación, brindándome su tiempo y sus conocimientos, alentándome y sobre todo por darme su amistad.

A Dios, mis padres, mi hermana, mi abuela y todas aquellas personas que me ayudaron en el transcurso de mi vida. Para todas aquellas personas que buscan un mundo mejor para ahora y para el futuro.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xii
Introducción.....	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Objetivos: general y específicos	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4 Justificación e Importancia.....	20
1.5 Hipótesis y descripción de variables	21
1.5.1 Hipótesis General.....	21
1.5.2 Hipótesis Específica	21
1.5.3 Descripción de variables.....	22
1.5.3.1. Variable independiente.....	22
1.5.3.2. Variable dependiente	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.....	24
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Botaderos	28
2.2.2. Cadena de custodia	28
2.2.3. Calidad de suelos	28
2.2.4. Compostaje.....	29
2.2.4 Envase	30
2.2.5 Fósforo	30
2.2.7 GPS.....	32
2.2.8 Medios ambientales.....	33
2.2.9 Muestreo de detalle.....	33
2.2.10 Muestreo de identificación	33
2.2.11 Muestreo de nivel de fondo.....	33
2.2.12 Plan de muestreo	33
2.2.13 Población	33
2.2.14 Punto de muestreo.....	34
2.2.15 Residuos sólidos.....	34
2.2.16 Manejo de residuos sólidos	36
2.2.17 Suelo.....	38
2.2.18 Suelo agrícola.....	40

2.2.19 Técnica <i>Mulching</i>	40
2.3 Definición de términos básicos.....	45

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA**

3.1. Método y alcance de la investigación.....	46
3.2. Diseño de la investigación.....	47
3.3. Población y Muestra	53
3.3.1. Población	53
3.3.2. Muestra	53
3.3.3. Cronograma de actividades.....	55
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.4.1. Técnica.....	56

**CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Presentación, análisis e interpretación.....	69
4.2. Análisis de la recuperación del fósforo en la muestra patrón.....	70
4.3. Análisis de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental.....	71
4.4. Prueba de hipótesis.....	73
4.5. Discusión de resultados.....	81
Recomendaciones.....	85
Conclusiones.....	86
Referencias bibliográficas.....	87
Anexos.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Resultados de la muestra patrón convertidos de (ppm) en porcentaje de fósforo.....	70
Tabla N° 2: Estadígrafos del porcentaje de fósforo en la muestra patrón	71
Tabla N° 3. Resultados de la recuperación de porcentaje de fósforo mediante la técnica Mulching.....	72
Tabla N° 4. Estadígrafos de los resultados de la recuperación de porcentaje de fósforo (P) mediante la técnica Mulching	72
Tabla N° 5. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis general.....	74
Tabla N° 6. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis general.....	74
Tabla N° 7. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 1	76
Tabla N° 8. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis específica 1	76
Tabla N° 9. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 2	78
Tabla N° 10. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis específica 2	78
Tabla N° 11. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 3	80
Tabla N° 12. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis específica 3	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Clasificación según su origen	35
Gráfico N° 2. Utilidad de <i>Mulching</i>	42
Gráfico N° 3. Cuartear la muestra del suelo del botadero del distrito de Mito.....	51
Gráfico N° 4. Calicatas 0.30 m y de 1m de ancho x 0.7m de largo.....	51
Gráfica N° 5. Cuarteo y homogenización de las muestras	52
Gráfico N° 6. Delimitación del distrito de Mito	53
Gráfico N° 7. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado	54
Gráfico N° 8. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 1	56
Gráfico N° 9. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 2.....	57
Gráfico N° 10. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 3.....	58
Gráfico N° 11. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 4.....	59
Gráfico N° 12: Análisis de laboratorio de la muestra patrón 5.....	60
Gráfico N° 13. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 6.....	61
Gráfico N° 14. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos frescos 1Kg	62
Gráfico N° 15. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos frescos 3Kg	63
Gráfico N° 16. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos degradados 1Kg	64
Gráfico N° 17. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos degradados 3Kg	65
Gráfico N° 18. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos mixtos 10Kg	66
Gráfico N° 19. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos mixtos 10Kg	67
Gráfico N° 20. Comparación de los porcentajes de fósforo en la muestra patrón.....	70
Gráfico N° 21. Histograma del porcentaje de fósforo en la muestra patrón.....	71
Gráfico N° 22. Histograma de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental según los aditivos.....	72

Gráfico N° 23. Histograma de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental según los aditivos.....	73
Gráfico N° 24. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis general.....	75
Gráfico N° 25. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 1	77
Gráfico N° 26. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 2	79
Gráfico N° 27. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 3	81
Gráfico N° 28. Eficacia en porcentaje de la aplicación de la técnica <i>Mulching</i>	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Interpretación de análisis del fósforo en el suelo del botadero del distrito de Mito	68
Cuadro N° 2. Datos de los análisis de fósforo de las muestras patrón en el suelo del botadero del distrito de Mito. Conversión de ppm a porcentaje	69
Cuadro N° 3. Datos de los análisis de las muestras después del experimento en el suelo del botadero del distrito de Mito. Conversión de ppm a porcentaje	70
Cuadro N° 4. Comparación de antes del experimento y después del experimento	82
Cuadro N° 5. Análisis después del experimento, eficacia en porcentaje de la aplicación de la técnica <i>Mulching</i>	83
Cuadro N° 6. Comparación de la investigación.....	84

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo determinar la eficacia de la técnica Mulching para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito-Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos. Se aplicó un método experimental, la metodología utiliza la información aportada por la variable dependiente (porcentaje de fósforo) y la variable independiente (técnica Mulching). Se desarrollaron varias pruebas para comprobar la hipótesis.

En la presente investigación el porcentaje de fósforo es un indicador de la riqueza del suelo ya que este macroelemento es esencial para el crecimiento de las plantas. Para realizar este trabajo se siguió la Guía para el Muestreo de Suelos en el capítulo I, que indica realizar calicatas de una profundidad de 0.30m y de 1m de ancho x 0.7m de largo. Se realizaron 5 calicatas para sacar muestras del suelo ya que estas fueron tomadas como las muestras patrón y se llevaron a un análisis de laboratorio del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Santa Ana), posteriormente se hicieron los experimentos correspondientes en las 5 calicatas con la técnica Mulching la cual llevó un lapso de tiempo de 6 meses, que consistieron en colocar materia orgánica fresca, degradada y mixta sobre el suelo que absorberá los nutrientes de arriba hacia abajo incrementando el porcentaje de fósforo, posteriormente se tomaron muestras que fueron llevadas a analizar en el laboratorio del INIA.

El área geográfica escogida fue el botadero del distrito de Mito perteneciente a la provincia de Concepción en el departamento de Junín, debido a que el área está completamente abierta, se trata de un terreno agrícola y cerca de la población por lo que genera preocupación tanto en la salud de las personas y en la de los animales que habitan en el contexto.

Después de todo el procedimiento realizado en esta investigación se obtuvieron los resultados correspondientes, los cuales indican que la técnica Mulching sí es eficaz para el incremento del porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito. Siendo así

que esta investigación puede ser replicada para acelerar su recuperación en cuanto al porcentaje de fósforo.

La aplicación de la técnica *Mulching* es eficaz en un rango de 13% a 22.5% debido a la adición de residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos. Estos residuos incrementaron el porcentaje de fósforo en el suelo del botadero del distrito de Mito. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la investigación, la cual indica que la cantidad de residuos orgánicos está asociada al incremento del porcentaje de fósforo.

Palabras claves: residuos orgánicos, fósforo, suelo, botadero, técnica *Mulching*

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the effectiveness of the Mulching technique to recover the percentage of phosphorus from the land of the Mito-District dump by adding fresh, degraded and mixed organic waste. An experimental method was apply; the methodology uses the information provided by the dependent variable (percentage of phosphorus) and the independent variable (Mulching technique). Several tests were develop to test the hypothesis.

In the present investigation, the percentage of phosphorus is an indicator of the richness of the soil since this macro-element is essential for the growth of the plants. To carry out this work, the guide for soil sampling was follow in Chapter I, which indicates pits of a depth of 0.30 m and 1 m wide x 0.7 m long. Five test pits were made to remove soil samples since they were taken as the standard samples and they were taken to a laboratory analysis of the INIA (National Institute of Agrarian Innovation, Experimental Station Santa Ana), later the corresponding experiments were done in the 5 pits with Mulching technique which took a period of 6 months, which consisted of placing fresh, degraded and mixed organic matter on the soil that will absorb the nutrients from top to bottom increasing the percentage of phosphorus, later samples were taken that were taken to analyze in the INIA laboratory.

The geographic area chosen was the Mito District dump belonging to the province of Concepción in the Department of Junín, because the area is completely open, it is an agricultural land and close to the population, which generates concern in both the health of the people and animals that live in the context.

After all the procedure carried out in this investigation, the corresponding results were obtained, which indicate that the Mulching technique is effective for increasing the percentage of phosphorus in the land of the Mito District dump. Thus, this research can be replicated to accelerate its recovery in terms of the percentage of phosphorus.

The application of the Mulching technique is effective because when adding mixed waste (5Kg fresh - 5Kg degraded) an efficiency of 45% was obtain. Being that these residues increase the percentage of phosphorus in the ground of the dump of the District of Mito. In addition, the hypothesis proposed in the research is accepted, which indicates that the amount of organic waste is associated with the increase in the percentage of phosphorus.

Keywords: organic waste, phosphorus, soil, dump, Mulching technique.

INTRODUCCIÓN

En nuestra vida cotidiana los seres humanos producimos cada vez más residuos sólidos, estos han generado realmente un problema para algunas partes del mundo ya que no tienen un adecuado manejo. Los gobiernos de distintos países no suelen involucrarse debidamente con esta problemática, dejando de lado los roles ambientales que les corresponde asumir; por otra parte, otros países aprovechan los residuos para darles una adecuada gestión y obtener una buena calidad de vida, una buena salud ambiental y una equilibrada economía. El volumen de producción de desechos es inversamente proporcional al nivel de desarrollo del país que se trate. Diariamente consumimos y tiramos a la basura gran cantidad de productos de corta duración, desde los pañales del bebé hasta el periódico. Una vez puesta la tapa en el cesto de basura, se olvida el problema; a partir de ahí es asunto de los municipios, los que tienen varias posibilidades: arrojar la basura en vertederos (solución económica pero peligrosa); incinerarla (costosa pero también contaminante); o separarla en plantas de tratamiento para reciclar una parte y convertir en abono los residuos orgánicos. Esta última sería una solución mucho más ecológica, pero también más costosa.

Son pocas las investigaciones orientadas al estudio del aumento del porcentaje de fósforo, por lo general cuando se habla de suelos se enfoca en los elementos de carbono o nitrógeno, el fósforo es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente. A partir de esto se formula la pregunta de investigación: ¿Cuál es la eficacia de la técnica Mulching para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos?

El objetivo general de esta investigación es determinar la eficacia de la técnica Mulching para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos, frescos, degradados y mixtos. Como hipótesis de la investigación se intenta verificar si la técnica Mulching será eficaz para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos. La verificación del experimento se hizo por medio de laboratorio en el INIA.

Con el siguiente trabajo de investigación se busca una alternativa experimental para acelerar el nivel de recuperación de suelos en los botaderos con el uso de residuos de origen orgánico, los residuos de origen orgánico si no son dispuestos adecuadamente también constituyen un problema para la gestión.

Finalmente, los resultados obtenidos nos muestran que la aplicación de la técnica Mulching es eficaz para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú, la disposición final de residuos sólidos es un problema que aún no tiene una solución concreta. A pesar de la existencia general de residuos sólidos desde el año 2000, se fue incrementando la tasa de producción de dichos residuos y la gravedad del problema. Al día de hoy, en el Perú se generan más de 18 mil toneladas de basura y solo en Lima, se recogen diariamente 8 mil toneladas de desperdicios. (18)

El 55% de la basura que se genera en el país tiene que ser llevado a botaderos por el déficit que tenemos de rellenos sanitarios. Tenemos solo 11 rellenos sanitarios y solo el 45% se dispone en esos lugares, el resto se va a los botaderos. (19)

En el Perú, hay más de 1,850 ciudades y se estima que cada ciudad tendría un botadero, el 55% de los residuos sólidos es materia orgánica, y el 29% es aprovechable (papel, cartón, plástico), etc. Sin embargo, en muchísimos casos, ese material aprovechable termina en el mar. (4)

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental que es el ente que regula las Entidades de Evaluación y Fiscalización tanto en los gobiernos locales y

regionales, y en función de sus facultades realiza reportes de supervisión; para el año pasado, cuyo resultado muestra que entre los departamentos con los botaderos más críticos, se encuentran La Libertad (“El Milagro”), Arequipa (“Quebrada Honda”), Lambayeque (“Reque”), Cusco (“Jaquira”) y Tacna (“Alto Antiorko”), en los cuales se concentra el 76% de las 3 200 toneladas de residuos sólidos dispuestos cada día a lo largo del territorio. (20)

Solo uno de cada cuatro peruanos conoce a dónde van los residuos que genera al día. Las opciones son dos: un botadero o un relleno sanitario. Un botadero es un lugar de disposición final ilegal de la basura, que genera impactos negativos y focos infecciosos para la salud de las personas, la calidad del agua, el suelo y el aire. (2)

Los botaderos son lugares de disposición ilegal de residuos que impactan negativamente y generan focos infecciosos de gran magnitud para la salud de las personas y el ambiente. Poseen residuos de gestión municipal como no municipal. (20)

Los residuos domésticos son una verdadera preocupación ya que al no contar con una buena disposición final pueden terminar afectando al lugar donde este llegue. Los residuos agropecuarios son muy comunes en aquellas zonas agrícolas por lo que generan envases de plaguicidas y pesticidas siendo que estos sean muy difíciles de descomponer generando un cambio en las propiedades del suelo. (28)

En todos los lugares, a lo largo del territorio, se detectan incumplimientos en las funciones de gestión adecuada sobre la disposición final de residuos sólidos trayendo como consecuencia daños y perjuicios en el suelo. (21)

El suelo absorbe del proceso de descomposición de aquellos residuos que están aglomerados, por ende, las propiedades del suelo serán alteradas o modificadas, el suelo no tendrá la misma capacidad de antes para realizar distintos procesos como el crecimiento adecuado de las plantas que está relacionado con el macroelemento del fósforo, el cual se expresa en ppm o en mg/kg, estas unidades también pueden ser convertidas a otras dependiendo del indicador con el que se quiera trabajar. (25)

Al utilizar residuos netamente orgánicos se puede brindar al suelo distintos nutrientes para que se pueda recuperar de una manera más rápida de aquellos daños causados por la mala disposición de residuos sólidos y no tener que esperar que, al cubrir con tierra, con el paso de los años haya una recuperación propia por parte de la naturaleza. (27)

El botadero del distrito de Mito está ubicado en una zona que se dedica a la agricultura, es un suelo agrícola; dicho recurso se utiliza para producir plantas, tubérculos, pastos, entre otros. En el botadero se encontraron una gran cantidad de residuos como: botellas de plástico, botellas de vidrio, pañales, papel higiénico, envoltura de alimentos, latas de leche, latas de conserva, envases de fertilizantes, envases de plaguicidas, toallas higiénicas, costales, pilas y jabas de gaseosa; también se observó la presencia de moscas, roedores y mosquitos, dicho lugar no está cercado lo cual permite el paso libre de personas y animales, (Anexo N° 3).

Lo más peligroso es que las personas entran sin protección alguna exponiéndose a una serie de epidemias e infecciones respiratorias. El suelo, al tener la presencia de residuos sólidos que tardan en descomponerse mucho tiempo, genera cambios; ya que, mucho antes, según los pobladores de la zona, dicho lugar tenía un aspecto físico distinto con gran variedad de vegetación, en su estado actual no hay presencia de aquello. Lo cual puede ser un indicador de que el suelo haya perdido propiedades, no tenga una buena calidad y probablemente sea infértil, (Anexo N° 4).

El fósforo es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos. Este elemento es primordial en el suelo, y tendrá que variar dependiendo del uso al que pueda estar orientado ya sea un suelo agrícola o suelo urbano. El porcentaje del fósforo disponible en el suelo es muy bajo en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo. (25)

Existe una técnica que causa un gran impacto en el recurso suelo, esta técnica llamada “*Mulching*” es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con

materiales secos como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja, residuos orgánicos frescos o degradados, etc. La materia orgánica en el suelo ayuda a crear un buen suelo con una estructura granular estable, así las partículas del suelo no serán fácilmente erosionadas; por consiguiente, juega un papel crucial en el control de la erosión; también, alimenta y protege a los organismos del suelo: el material orgánico del *mulch* es una comida excelente para los organismos del suelo y provee condiciones adecuadas para su crecimiento. (12)

Los residuos, por lo general no tienen un adecuado tratamiento ni disposición final ya que no se le presta la atención adecuada y requerida; siendo así, que este se convierte en un gran problema para el medio ambiente ya que puede ocasionar daños, ya que cuando estos solo se aglomeran producen olores nauseabundos y plagas que pueden ser transmitidos a la población ocasionando enfermedades e infecciones. Por estos motivos se buscan alternativas de solución, para un uso adecuado y hacerlos provechosos para el recurso suelo con un tratamiento adecuado. (20)

Cuando se habla de eficacia este término hace referencia a la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ante la problemática antes descrita, surge la pregunta que genera e identifica el problema que dará origen a toda la investigación y es la siguiente:

- ¿Cuál es la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos?

1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo General:

- Determinar la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos.
- Determinar la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos degradados.
- Determinar la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos mixtos.
- Determinar el porcentaje de fósforo recuperado en el suelo del botadero del distrito de Mito.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Las guías técnicas del Minam, sobre el manejo adecuado de residuos, indican que la recuperación de los suelos de manera natural sucede monitoreando durante por lo menos cinco años. Con ello se deja una porción de suelo sin recuperar por mucho tiempo, la problemática continúa y nos limitamos tan solo a establecer un relleno sanitario que no remedia el impacto causado al medio ambiente.

Con el siguiente trabajo de investigación se busca una alternativa experimental para acelerar el nivel de recuperación de suelos en los botaderos con el uso de residuos de origen orgánico; que, si no son dispuestos adecuadamente, también constituyen un problema para la gestión; por lo tanto, se trata de incentivar la elaboración de compostaje y abono orgánico, es muy poca la información que se tiene y además debemos tener en cuenta que aún no hay un consenso sobre los parámetros que se deben considerar en los estudios por ser un tema que compromete la salud de la población; por ello, al ser usados dentro de la elaboración de una enmienda que pueda acelerar la recuperación se constituye en un elemento útil y ya no en un problema de intervención.

La técnica *Mulching* se usa porque alimenta y protege los organismos del suelo: el material orgánico del *Mulching* es un sustrato adecuado para el crecimiento

de los microorganismos del suelo, excelente para los organismos de este y provee condiciones adecuadas para su crecimiento, suprime el desarrollo de las malezas, impide que el terreno se caliente en exceso, proveyendo nutrientes para los cultivos, aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, refresca la superficie del suelo y estabiliza su temperatura. Esta técnica es importante para que aquellos suelos dañados se puedan recuperar en un lapso de tiempo corto y no esperar a que la propia naturaleza haga su proceso en un tiempo extenso. (12)

Esta investigación no solo busca beneficios académicos ya que aportará conocimientos para que se pueda replicar en otros lugares y con diferentes elementos pertenecientes del suelo. También trasciende a un tema económico ya que una buena aplicación de la técnica incrementará la calidad y la producción de los productos siendo así que se pueda obtener una ganancia beneficiosa para quien efectúe la técnica *Mulching*. La conveniencia de esta tesis es experimental, social, ambiental y de investigación; será de gran ayuda para mitigar el grave problema de degradación de suelos a causa de los residuos orgánicos en las localidades agrícolas.

1.5 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.5.1 Hipótesis General:

- La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos.

1.5.2 Hipótesis Específica:

- La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos.
- La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos degradados.
- La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos mixtos.

- El porcentaje de fósforo recuperado se incrementará en el suelo del botadero del distrito de Mito.

1.5.3 Descripción de variables:

1.5.3.1 Variable Independiente:

Técnica *Mulching*:

- Definición conceptual: es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con materiales secos como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja, etc. Una cobertura de *mulch* realza la actividad de los organismos del suelo como lombrices. En la investigación se trabajaron con tres tipos de coberturas: residuos orgánicos frescos, residuos orgánicos degradados y residuos mixtos. (12)
- Dimensión: cantidad de materia orgánica sobre el suelo.
- Indicadores:
 - ❖ 1Kg de materia orgánica fresca
 - ❖ 3Kg de materia orgánica fresca
 - ❖ 1Kg de materia orgánica degradada
 - ❖ 3Kg de materia orgánica degradada
 - ❖ 5Kg de residuos orgánicos frescos
 - ❖ 5Kg de residuos orgánicos degradados

1.5.3.2 Variable dependiente:

Porcentaje de fósforo (P):

- Definición conceptual: el fósforo es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos. El porcentaje del fósforo disponible en el suelo es muy bajo en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo. (25)

- Dimensión: el porcentaje del fósforo disponible en el suelo
- Indicadores: porcentaje de fósforo

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En su gran mayoría, aquellas entidades prestadoras de servicios conocidas como EPS son aquellas encargadas de recolectar los residuos sólidos resultantes de las actividades domésticas, comerciales e industriales. La disposición final de los residuos sólidos más comunes son la disposición en botaderos y quemas a cielo abierto (52%), el relleno sanitario (30 %), y el uso de varias alternativas como relleno, compostaje, y/o incineración. (10)

Resalta en esta investigación, que hoy en día un mal manejo y una inadecuada gestión de los residuos sólidos son un gran problema para nuestra vida cotidiana ya que esto implica riesgos en la salud, en el medio ambiente y pérdidas económicas. El Perú es un país emergente, en vías de desarrollo, que tiene como gran problema deficiencias en el sistema de manejo y disposición de los residuos que producen las ciudades, se denominan residuos sólidos a aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone. (23)

Dice que, existen suelos antiguos de carácter mixto (residuos sólidos urbanos e industriales), existen especies vegetales que crecen en ellos, los cuales aportan diferentes propiedades al suelo; una que es muy importante pertenece a la 3ª familia, son las leguminosas y a continuación cariofiláceas y crucíferas. *Lolium rigidum* y

Dactylis glomerata son dos especies frecuentes en la mayoría de vertederos y substratos. Ello es de interés por su capacidad encespedante para fijar los suelos frente a procesos erosivos. (14)

Dicen que en Colombia se tiene una política de gestión integral de residuos, la cual establece como prioridad el mejoramiento de la disposición final de los residuos sólidos municipales, mediante la construcción de rellenos sanitarios nuevos y el cierre y saneamiento de los botaderos a cielo abierto existentes. Un bajo contenido de materia orgánica biodegradable en el sitio del vertedero limita la aplicación de los métodos de biorremediación soportados en el uso de microorganismos específicos ya que buena parte de los residuos encontrados debe ser degradada químicamente. (6)

Cuando se presenta salinidad y sodio en los suelos estos hacen una interferencia en el crecimiento adecuado de la mayoría de cultivos y se convierte en un gran problema que enfrenta la agricultura. Según la evaluación de una serie de tecnologías no convencionales utilizadas en recuperación de suelos afectados por salinidad, según la respuesta agronómica de un cultivo de maíz, se encontraron tres tratamientos alternativos como: biofertilizantes, biopolímeros y electromagnetismo. (30)

Entre las diferentes especies forestales que puedan ser utilizadas en la recuperación de áreas degradadas las legumbres son capaces de formar simbiosis con microorganismos fijadores tanto como de nitrógeno, zinc, magnesio y un gran aprovechamiento de fósforo. Las especies forestales además del volumen de material vegetal que aportan al suelo; dicha característica química de tal material, puede condicionar la velocidad de descomposición y el ciclo de nutrientes. (7)

El fósforo, después del nitrógeno, es aquel nutriente inorgánico que más requieren las plantas y microorganismos, también en el suelo es un gran factor limitante en el desarrollo vegetal, siendo así abundante en formas inorgánicas como orgánicas. Las plantas deben absorberlo del suelo, donde se encuentra en muy baja concentración. Los índices bajos del nutriente se deben a que el fósforo soluble

reacciona con iones como el calcio, el hierro o el aluminio que provocan su precipitación o fijación, disminuyendo su disponibilidad para los vegetales. (10)

La aplicación de lodo fresco genera en un corto tiempo un aumento de la macroporosidad, en comparación con un compost de residuos agrícolas, que provoca un aumento de la microporosidad. Si el lodo es debidamente compostado no existe mayores diferencias con el lodo fresco, pero se tiene como conocimiento que en ambos casos existe un aumento de la microagregación. Por otra parte, aquella incorporación de estos residuos debiera generar una mejor condición física; en vez de dejarlos esparcidos sobre el suelo, lo que podría acarrear efectos negativos ya que, por ejemplo, algunos materiales orgánicos muestran repelencia al agua, y se provocaría un sello superficial, con aumento de la escorrentía de estos materiales y contaminación de sectores vecinos. (5)

El edafólogo considera que el suelo es apto para el crecimiento de las plantas como también se debe entender los factores que causan las variaciones en los suelos y aquellas formas de conservación y posteriormente mejorar la calidad para que el suelo proporcione buena calidad en lo que produzca. El suelo sirve como soporte tanto para los animales y las plantas como para los microorganismos en general. (3)

Por normas convencionales dadas, los elementos importantes del suelo se dividen en elementos primarios y elementos secundarios. Los elementos mayores primarios que la planta absorbe del suelo son nitrógeno, fósforo y potasio; seguidamente de los elementos mayores secundarios representados por calcio, magnesio y azufre. Con excepción de carbono, hidrógeno y nitrógeno, todos los elementos que restan son considerados como nutrientes minerales. (15)

La fijación del fósforo en el suelo se debe a que existen dos tipos de procesos: el de la adsorción y precipitación. En el suelo puede predominar un proceso u otro dependiendo de la concentración de fosfato. Diversos factores pueden afectar la adsorción de fosfato muy aparte de la naturaleza del suelo usado, entre esos factores se encuentran: la temperatura, periodo de contacto y contenido de humedad. Aquellos fertilizantes que se incorporan al suelo se disuelven dando lugar a diversas

reacciones de inmovilización o fijación ya que estos incluyen a procesos ya mencionados. (16)

La cantidad total de fósforo presente en la capa de los suelos está normalmente entre 200 y 5000 mg kg⁻¹. Esta cantidad estaría destinada de 2000-4000 kg ha⁻¹ de fósforo, esta cantidad sería suficiente para abastecer de fósforo a cualquier cultivo. En la disolución del suelo hay una pequeña cantidad de fósforo que la planta puede extraer directamente. Aquellos procesos como el de desorción, solubilización o mineralización ponen a disposición de la planta variadas formas de fósforo. (16)

Una parte fundamental de las ciencias del suelo es la química de suelos, esta incluye las propiedades y reacciones químicas que ocurren en los suelos, estos ayudan a la aclaración de problemas relacionados con la fertilidad y la nutrición vegetal. Los análisis químicos y los resultados ayudan a formular recomendaciones de fertilización adecuadas para la clasificación de suelos en sus distintos grupos llegando a un punto muy importante para la planificación del desarrollo agrícola, ganadero y forestal. (1)

En un cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) de los Andes ecuatorianos (2.850 m s.n.m. 1° 24' S, 78° 35' O), se evaluaron distintas variables de crecimiento, producción en cosecha, control de malezas y contenido de humedad y nitrógeno, con respuesta a la aplicación de diferentes tipos de *mulch* orgánico, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: M0: sin *mulch*; MM: *mulch* de maíz (*Zea mays L.*); MV: *mulch* de vicia (*Vicia sativa L.*); MA: *mulch* de avena (*Avena sativa L.*) y MC: *mulch* de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*). El porcentaje de humedad y la concentración de nitrógeno fueron similares en todos los tratamientos. Los resultados ponen de manifiesto que la mejor opción para el cultivo de brócoli es el *mulch* de vicia ya que consiguió un aumento en la producción y un control eficiente de malezas. (11)

La técnica *Mulching* consiste básicamente en cierta aplicación de cualquier cubierta en la superficie del suelo, actuando como barrera física a la luz solar y

vapor de agua entre el suelo y la atmósfera. Para realizar dicha técnica se pueden utilizar materiales como vegetal, plástico biodegradable, paja o cáscaras. La técnica *Mulching* en la agricultura viene creciendo diariamente ya que se utiliza como controlador de malas hierbas y para el buen crecimiento de las plantas. (24)

El uso de coberturas es un factor muy importante para el suelo ya que este favorece al crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de grano negro var. Bat-304, al realizar el experimento en las áreas agrícolas de la facultad de Agronomía durante los meses de enero a abril de 2005. Los tratamientos que recibieron los beneficios del mulch alcanzaron valores de índices de crecimiento muy significativo, distintos y superiores al tratamiento sin mulch. Al cubrir el suelo con el mulch el suelo logra una mejor preparación para el crecimiento de los cultivos, permitiendo así también una mayor absorción de agua y nutrientes. (13)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Botaderos:

Los botaderos son lugares de disposición ilegal de residuos que impactan negativamente y generan focos infecciosos de gran magnitud para la salud de las personas y el ambiente. Poseen residuos de gestión municipal como no municipal. Independientemente de la clase de residuos que contengan, las municipalidades provinciales tienen el deber de clausurarlos de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 18° del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. (20)

2.2.2. Cadena de custodia:

Procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de estas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico-químico, realizado por el personal responsable. (18)

2.2.3. Calidad de suelos:

Es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características

físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénico. (18)

2.2.4. Compostaje:

El compostaje es un proceso natural de transformaciones de materias orgánicas procedentes de la cocina y del jardín que se produce al contacto con el aire y la humedad ambiente gracias al trabajo de los microorganismos (bacterias, hongos, actinomicos) y de pequeños invertebrados. Gracias a su acción, los residuos biodegradables pierden el 75% de su volumen y se transforman en compost que puede utilizarse como fertilizante para el jardín. (8)

2.2.4.1. Ventajas del compostaje:

- Reducir las molestias asociadas al transporte, tratamiento de los residuos y al uso de abonos químicos.
- Limitar la cantidad de residuos transportados a un centro de enterramiento o incineración.
- Producir fertilizante natural para sus propias necesidades. (8)

2.2.4.2. Residuos que puedan comportarse:

- Materias marrones (40%):

Madera de tala triturada

- Hojas
- Papel de periódico
- Paja
- Restos secos de la huerta
- Flores secas

El carbono (C) es un estructurador del compost. Las materias marrones, secas y duras son las que más tardan en descomponerse. (8)

- **Materias verdes (60%):**

- Cortes de césped
- Compost joven
- Adventicios
- Cáscaras de frutas
- Cáscaras de verduras
- Restos de comida (salvo huesos, carne y pescado)

El nitrógeno (N) desempeña la función de combustible. Las materias verdes y húmedas son las que resultan más fáciles de descomponer. (8)

2.2.4 Envase:

Recipiente de diferente material, forma y tamaño destinado a contener muestras de suelos para su conducción desde el lugar de muestreo hacia el laboratorio, y que reúne características para conservar las propiedades de la muestra a ser analizada. (18)

2.2.5 Fósforo:

El fósforo es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos. El fósforo se encuentra en el suelo en compuestos orgánicos y en minerales. Sin embargo, la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo. Por lo tanto, en muchos casos, los fertilizantes de fósforo deben ser aplicados para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo. (25)

2.2.6.1 Las reacciones del fósforo en el suelo:

El fósforo se encuentra en los suelos tanto en forma orgánica como inorgánica y su solubilidad en el suelo es baja. Existe un equilibrio entre el fósforo en la fase sólida del suelo y el fósforo en la solución del suelo. Las plantas pueden adsorber

solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo, y puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, solo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento dado.

Al absorber el fósforo de la solución del suelo por las raíces, parte del fósforo absorbido a la fase sólida del suelo es liberado a la solución del suelo, para mantener un equilibrio químico. Los tipos de compuestos de fósforo que existen en el suelo son principalmente determinados por el pH del suelo y por el tipo y la cantidad de los minerales en el suelo. Por lo general, los compuestos minerales que forma el fósforo son compuestos de aluminio, hierro, manganeso y calcio. En suelos ácidos el fósforo tiende a reaccionar con aluminio, hierro y manganeso, mientras que, en suelos alcalinos, la fijación dominante es con el calcio. El rango de pH óptimo para la disponibilidad máxima del fósforo es de 6.0-7.0. En muchos suelos la descomposición de la materia orgánica y los residuos de cultivos contribuyen al fósforo disponible. (25)

2.2.6.2 La absorción de fósforo por las plantas:

Las plantas absorben el fósforo de la solución del suelo como el ion ortofosfato: HPO_4^{2-} o H_2PO_4^- . La forma en que el fósforo es absorbido es afectada por el pH. En un pH más alto predomina la forma H_2PO_4^- . La movilidad del fósforo en el suelo es muy limitada y, por lo tanto, las raíces pueden absorber el fósforo solamente de su entorno inmediato.

Desde que la cantidad del fósforo en la solución del suelo es baja, la mayor parte de la absorción del fósforo es activa, contra el gradiente de la concentración (es decir, la concentración del fósforo es mayor en las raíces que en la solución del suelo). La absorción activa es un proceso que consume energía, así que las condiciones que inhiben la actividad de las raíces, tales como las

bajas temperaturas, el exceso de agua, etc., inhiben la absorción del fósforo. (25)

2.2.6.3 La deficiencia de fósforo:

Los síntomas de la deficiencia del fósforo incluyen retrasos en el crecimiento de la planta, coloración púrpura oscura de las hojas más viejas, retraso en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. En la mayoría de las plantas estos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2%. (25)

2.2.6.4 El exceso de fósforo:

El exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, con la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc. La fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes de fósforo, especialmente cuando se utilizan fertilizantes compuestos de NPK o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico. (25)

2.2.6.5 El fósforo en soluciones nutritivas y cultivo sin suelo:

La concentración admisible de fósforo en soluciones de nutrientes es de 30-50 ppm, aunque se comprobó que se puede reducir a 10-20 ppm. En las soluciones de nutrientes que fluye continuamente, la concentración de fósforo puede ser incluso tan baja como 1-2 ppm. En los cultivos sin suelo, al igual que en el suelo, el fósforo se acumula con cada adición de fósforo, y minerales de fósforo con calcio o con magnesio empiezan a precipitar. Los tipos de minerales que se forman dependen del pH en el medio. (25)

2.2.7 GPS:

Sistema de Posicionamiento Global o, NAVSTAR GPS (*Navigation System and Ranging - Global Positioning System*), sistema de navegación

y determinación de alcance, y sistema de posicionamiento mundial’) es el sistema que permite determinar la posición geográfica en cualquier parte del mundo de un objeto, persona o nave y funciona mediante una red de satélites en órbita sobre el planeta. (18)

2.2.8 Medios ambientales:

Cualquier elemento natural (suelo, el agua, el aire, las plantas, los animales o cualquier otra parte del ambiente) que participa en los flujos de materia y energía en el sistema y que puede contener contaminantes. También referidos como compartimientos. (18)

2.2.9 Muestreo de detalle:

Es aquel orientado a identificar el área y el volumen del suelo contaminado, y de ser el caso, de otros medios afectados por las sustancias señaladas en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. (18)

2.2.10 Muestreo de identificación:

Es aquel orientado a identificar si el suelo está contaminado o no. Entiéndase que toda referencia hecha al muestreo exploratorio en el Decreto Supremo N° 002-2013 MINAM, se entenderá como referida al muestreo de identificación. (18)

2.2.11 Muestreo de nivel de fondo:

Es aquel orientado a identificar el nivel de fondo en el suelo. (18)

2.2.12 Plan de muestreo:

Documento que contiene la información y programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señala los criterios para la toma de muestras. (18)

2.2.13 Población:

Grupo de organismos de la misma especie que viven en un área definida y en un tiempo concreto. (18)

2.2.14 Punto de muestreo:

Lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean estas superficiales o de profundidad. (18)

2.2.15 Residuos sólidos:

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales. (19)

2.2.15.1 Clasificación de los residuos sólidos:

- **Según su origen:**
 - Residuo domiciliario
 - Residuo comercial
 - Residuo de limpieza de espacios públicos
 - Residuo de establecimiento de atención de salud
 - Residuo industrial
 - Residuo de las actividades de construcción
 - Residuo agropecuario
 - Residuo de instalaciones o actividades especiales (26)

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	GENERADOS POR...	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
1. Residuo domiciliario	Actividades domésticas realizadas en los domicilios.	Restos de alimentos, revistas, botellas, latas, etc.	
2. Residuo comercial	Establecimientos comerciales de bienes y servicios.	Papeles, plásticos, embalajes diversos, residuos producto del aseo personal, latas, etc.	
3. Residuo de limpieza de espacios públicos	Servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas y otras áreas públicas.	Papeles, plásticos, envolturas, restos de plantas, etc.	
4. Residuo de establecimiento de atención de salud	Procesos y actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines.	Agujas, gasas, algodones, órganos patológicos, etc.	
5. Residuo industrial	Actividades de las diversas ramas industriales, como manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.	Lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papeles, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias peligrosas.	
6. Residuo de las actividades de construcción	Actividades de construcción y demolición de obras. Fundamentalmente inertes.	Piedras, bloques de cemento, maderas, entre otros, (desmonte).	
7. Residuo agropecuario	Actividades agrícolas y pecuarias.	Envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, etc.	
8. Residuo de instalaciones o actividades especiales	Generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados.	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, aeropuertos, entre otros.	

Gráfico N° 1. Clasificación según su origen

Fuente: Ministerio del Ambiente. (2010). Guía de capacitación a recicladores para su inserción en los programas de formalización municipal.

- Según su gestión:

- **Residuos de ámbito municipal:** son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros), y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios. (19)

- **Residuos de ámbito no municipal:** Son aquellos que, debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Por ejemplo, los residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, los residuos de plaguicidas, los herbicidas, entre otros. Todos ellos deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad. (19)
- **Según su peligrosidad:**
- **Residuos peligrosos:** son residuos sólidos peligrosos aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. (19)
 - **Residuos no peligrosos:** los residuos sólidos no peligrosos son aquellos producidos por las personas en cualquier lugar y desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud y el ambiente. (19)

2.2.16 Manejo de residuos sólidos:

Es toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación del residuo hasta su disposición final. El manejo de residuos sólidos se gestiona a través de las siguientes etapas: (19)

2.2.16.1 Minimizar:

Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora. (19)

2.2.16.2 Segregación:

Acción de agrupar determinados componentes o elementos

físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial. (19)

2.2.16.3 Almacenamiento:

Acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final. (19)

2.2.16.4 Recolección:

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado y continuar su posterior manejo en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada. (19)

2.2.16.5 Reaprovechamiento:

Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido. (19)

2.2.16.6 Comercialización:

Se refiere a la compra y/o venta de los residuos sólidos recuperables para obtener un beneficio económico. (19)

2.2.16.7 Transporte:

Actividad que desplaza a los residuos sólidos desde la fuente de generación hasta la estación de transferencia, planta de tratamiento o relleno sanitario. (19)

2.2.16.8 Transferencia:

Instalación en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos sólidos de los camiones o contenedores de recolección, para luego continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad. (19)

2.2.16.9 Tratamiento:

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar

la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente. (19)

2.2.16.10 Disposición final:

Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. (19)

2.2.17 Suelo:

Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. (18)

2.2.17.1 Etapas de su formación:

De un modo simplificado puede decirse que las etapas implicadas en su formación son las siguientes:

- Disgregación mecánica de las rocas
- Meteorización química de los materiales regolíticos, liberados
- Instalación de los seres vivos (microorganismos, líquenes, musgos, etc.) sobre ese substrato inorgánico. Esta es la fase más significativa, ya que con sus procesos vitales y metabólicos, continúan la meteorización de los minerales, iniciada por mecanismos inorgánicos. Además, los restos vegetales y animales a través de la fermentación y la putrefacción enriquecen ese sustrato.
- Mezcla de todos estos elementos entre sí, y con agua y aire intersticiales. (18)

2.2.17.2 Tipos de suelo:

Existen dos clasificaciones para los tipos de suelo, una según su funcionalidad y otra de acuerdo a sus características físicas.

- **Por funcionalidad:**

- **Suelos arenosos:** no retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura, ya que no tienen nutrientes.
- **Suelos calizos:** tienen abundancia de sales calcáreas, son de color blanco, seco y árido, y no son buenos para la agricultura.
- **Suelos humíferos** (tierra negra): tienen abundante materia orgánica en descomposición, de color oscuro, retienen bien el agua y son excelentes para el cultivo.
- **Suelos arcillosos:** están formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.
- **Suelos pedregosos:** formados por rocas de todos los tamaños, no retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- **Suelos mixtos:** tienen características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos. (18)

- **Por características físicas:**

- **Litsoles:** se considera un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos, su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja, se conoce también como leptosales que viene del griego leptos que significa delgado.
- **Cambisoles:** son suelos jóvenes con proceso inicial de acumulación de arcilla. Se divide en vértigos, gleycos, eutrícos y crómicos.
- **Luvisoles:** presentan un horizonte de acumulación de

arcilla con saturación superior al 50%.

- **Acrisoles:** presentan un marcado horizonte de acumulación de arcilla y baja saturación de bases al 50%.
- **Gleysoles:** presentan agua en forma permanente o semipermanente con fluctuaciones de nivel freático en los primeros 50 cm.
- **Fluvisoles:** son suelos jóvenes formados por depósitos fluviales, la mayoría son ricos en calcio.
- **Rendzina:** presenta un horizonte de aproximadamente 50 cm de profundidad. Es un suelo rico en materia orgánica sobre roca caliza.
- **Vertisoles:** son suelos arcillosos de color negro, presentan procesos de contracción y expansión, se localizan en superficies de poca pendiente y cercanos escurrimientos superficiales. (18)

2.2.18 Suelo agrícola:

Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas. (18)

2.2.19 Técnica *Mulching*:

Es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con materiales secos como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja, etc. Una cobertura de *mulch* realza la actividad de los organismos del suelo como lombrices que ayudan a crear una estructura del suelo con bastantes poros grandes y pequeños, a través de los cuales el agua de lluvia fácilmente puede infiltrarse en el suelo, reduciendo así la escorrentía en la superficie; como el *mulch* se pudre, este aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo. La materia orgánica en el suelo ayuda a crear un buen suelo con

una estructura granular estable, así las partículas del suelo no serán fácilmente erosionadas; por consiguiente, el *mulch* juega un papel crucial en el control de la erosión. (12)

2.2.19.1 Utilidad de la técnica *Mulching*:

- Protege el suelo de la erosión por viento y agua: las partículas del suelo no pueden estar sujetas a la erosión hídrica o eólica.
- Mejora la infiltración de agua pluvial y de riego manteniendo una buena estructura del suelo: ninguna costra se forma, los poros se mantienen abiertos.
- Mantiene el suelo húmedo reduciendo la evaporación: las plantas necesitan menos irrigación o usan la lluvia disponible más eficazmente en las estaciones o áreas secas.
- Alimenta y protege a los organismos del suelo: el material orgánico del *mulch* es una comida excelente para los organismos del suelo y provee condiciones adecuadas para su crecimiento.
- Suprime el crecimiento de las malezas: con una suficiente capa de *mulch*, las malas hierbas encuentran dificultades para crecer a través del *mulch*.
- Impide que el terreno se caliente en exceso: el *mulch* provee sombra para el suelo y retiene la humedad manteniéndolo frío.
- Proveyendo nutrientes para los cultivos: al descomponerse, el material orgánico del *mulch* continuamente libera nutrientes, así fertiliza el suelo.
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo: parte del *mulch* será transformado en humus.
- Refrescar la superficie del suelo y estabilizar su temperatura. Previene la helada en las raíces de la planta
- Reducir el levantamiento de raíces
- Resguardar la limpieza de frutos, de flores e instalaciones.

- Mejorar la estética de un paisaje y agregar valores a sus características. (12)

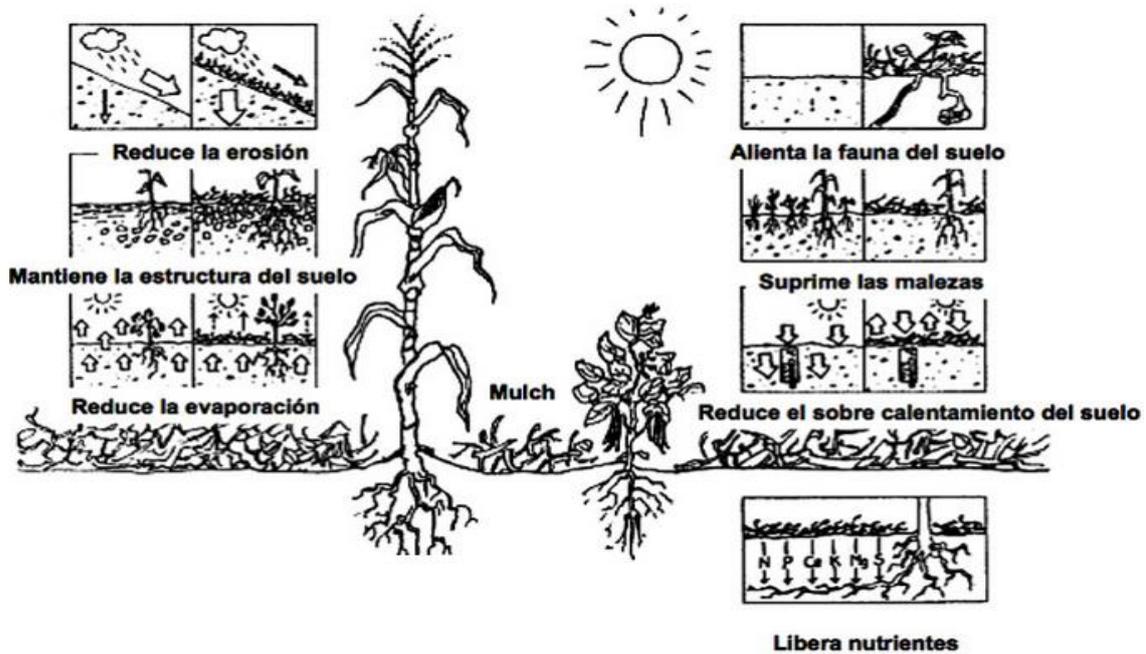


Gráfico N° 2. Utilidad de Mulching

Fuente: Sustaining Growth. Soil fertility management in tropical smallholding

2.2.19.2 Efectos del acolchado o “mulch” orgánico en el suelo:

El “mulch” orgánico, derivados de material de origen vegetal, se descompondrá con el tiempo y enriquecerá y mejorará el suelo. Esto da lugar a la aireación creciente de los suelos pesados o arcillosos y mejoran el movimiento del agua. A su vez, mejora y estabiliza la estructura del suelo (arreglo de las partículas del suelo), reduciendo el impacto de la lluvia, del peso (tránsito sobre el suelo) y de los cultivos, especialmente cuando está húmedo. En el corto tiempo, la compactación del suelo se reduce.

El pH (acidez o alcalinidad) del suelo se puede cambiar, dependiendo del “mulch” seleccionado. Por ejemplo, la mayoría de los estiércoles vegetales serán levemente alcalinos (el pH mayor de 7) y excelentes para el uso en regiones de suelos ácidos, mientras que el uso continuo de materiales verdes, frescos como, vicia, alfalfa u otros como agujas y corteza de pino, musgo, o directamente turba, aumentarán la acidez.

El “*mulch*” aporta minerales esenciales para el crecimiento vegetal, pero no se debe considerar como un sustituto para el fertilizante. De hecho, los materiales tales como paja, virutas de madera y el aserrín, tienen alto carbono en relación con su aporte en nitrógeno; por lo tanto, este elemento debe ser agregado al suelo junto con el “*mulch*”. Los microorganismos requieren nitrógeno para multiplicarse y sobrevivir, lo tomarán del “*mulch*” o del fertilizante, si no hay provisión de nitrógeno adicional es probable que los cultivos acusen su déficit. (12)

2.2.19.3 La selección de materiales de *mulch*:

El tipo de material usado para *mulching* influirá fuertemente en su efecto; el material que fácilmente se descompone protegerá el suelo solo por poco tiempo, pero proveerá nutrientes para los cultivos al descomponerse; los materiales duros se descompondrán más lentamente y por consiguiente cubrirán el suelo por un tiempo más largo. Si la descomposición del material de *mulch* se desea acelerar, entonces los abonos orgánicos tales como el estiércol pueden servir de camada encima de *mulch*, aumentando así el contenido de nitrógeno.

Donde la erosión del suelo es un problema, el material de *mulch* que se pudre lentamente (bajo contenido de nitrógeno, C/N alto) proveerá una protección más larga comparada con el material que se pudre más rápido.

Los *mulch* necesitan que contengan una mínima cantidad de semillas de malas hierbas y sin residuos de algún biocida. (12)

2.2.19.4 Las fuentes de material de *mulch* pueden ser las siguientes:

- Las malezas o las plantas de cobertura
- Los residuos del cultivo, rastrojo

- Residuos de jardín (podas)
- Pastos
- Paja de distintos vegetales
- Podas de árboles, hojarasca
- Podas de los cercos vivos
- Los desperdicios del procesamiento agrícola o forestal (aserrín)
- Cartón, periódico, tela de algodón (12)

2.2.19.5 Restricciones del *mulching*:

Mientras el *mulch* tiene varias ventajas, también puede causar problemas en situaciones específicas:

Algunos organismos pueden proliferar con exceso en las condiciones húmedas y protegidas del estrato de *mulch*; las babosas y los caracoles pueden proliferarse muy rápidamente bajo el *mulch*; las hormigas o las termitas que pueden causar daño a los cultivos también pueden encontrar condiciones ideales para vivir.

Cuando los residuos del cultivo sirven para *mulch*, en algunos casos se aumenta el riesgo de propiciar enfermedades y plagas; los organismos dañinos como el taladro pueden sobrevivir en los tallos de los cultivos como algodón, maíz o la caña de azúcar; el material de la planta infectado con enfermedades fungosas o virales no deberían ser usadas si hay el riesgo que la enfermedad podría pasar al siguiente cultivo. La rotación de cultivos es de suma importancia para vencer estos riesgos.

Cuando se usa materiales ricos en carbón como paja o tallos, el nitrógeno del suelo puede ser consumido por microorganismos para descomponer el material; así, el nitrógeno temporalmente no puede ser disponible para el crecimiento de la

planta. Los materiales viejos o ásperos de la planta deberían ser aplicados al suelo, mínimo dos meses antes de plantar o sembrar el cultivo principal. La inmovilización de nitrógeno puede ocurrir cuando los siguientes materiales son aplicados: paja, cáscara del grano, material conteniendo madera (por ejemplo: ramas o aserrín), compost en proceso de descomposición.

La restricción principal para *mulching* usualmente es la disponibilidad de material orgánico; su producción o colección usualmente requiere de mano de obra que puede competir con la producción de cultivos. (12)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Botadero:** son lugares de disposición ilegal de residuos que impactan negativamente y generan focos infecciosos de gran magnitud para la salud de las personas y el ambiente. (20)
- **Fósforo:** es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos. (25)
- **Residuos orgánicos:** residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. (18)
- **Suelo:** material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. (18)
- **Técnica *Mulching*:** es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con materiales secos como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja, residuos orgánicos frescos o degradado, etc. El *mulch* alimenta y protege a los organismos del suelo: el material orgánico del *mulch* es una comida excelente para los organismos del suelo y provee condiciones adecuadas para su crecimiento. (12)

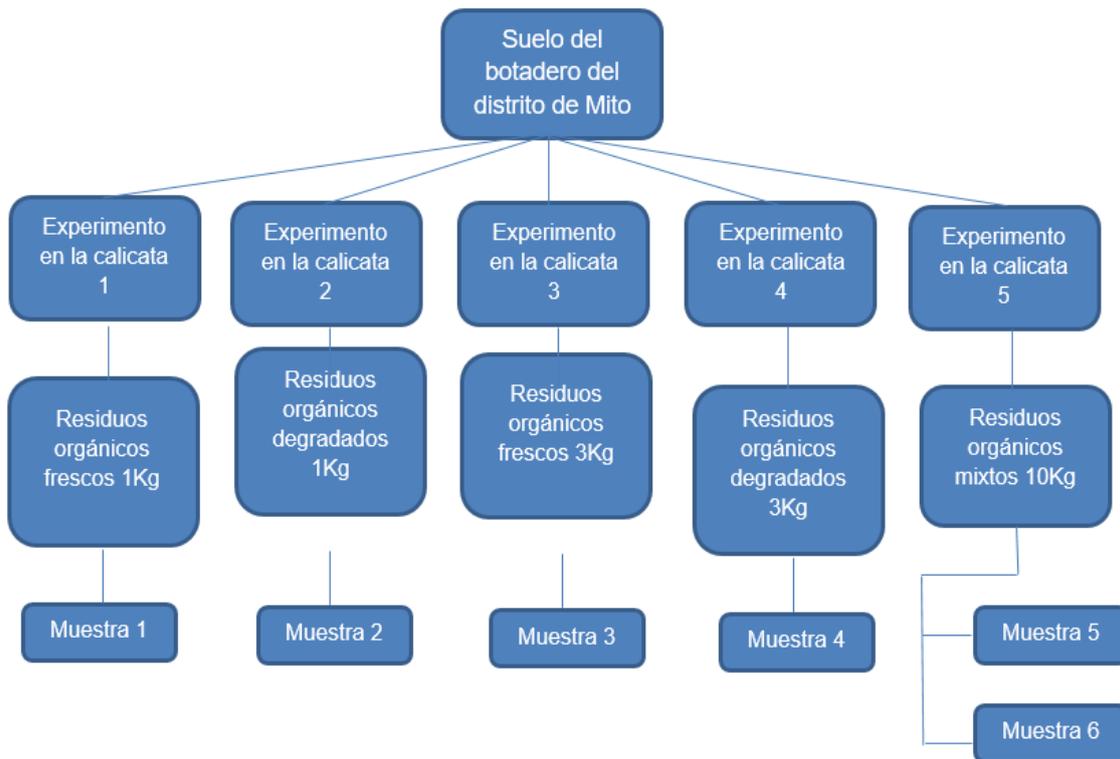
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Se aplicó un método experimental en el que se desarrollaron varias pruebas para comprobar la hipótesis. En la presente investigación el porcentaje de fósforo es un indicador de la riqueza del suelo ya que este macroelemento es esencial para el crecimiento de las plantas. Para realizar este trabajo se siguió la Guía para el Muestreo de Suelos en el Capítulo I, que indica realizar calicatas de una profundidad de 0.30m y de 1m de ancho x 0.7m de largo. Se realizaron 5 calicatas para sacar muestras del suelo ya que estas fueron tomadas como las muestras patrón y se llevaron a un análisis de laboratorio del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), posteriormente se hicieron los experimentos correspondientes en las 5 calicatas con la técnica *Mulching* lo cual llevó un lapso de tiempo de 6 meses, que consistieron en colocar materia orgánica fresca, degradada y mixta sobre el suelo que absorberá los nutrientes de arriba hacia abajo incrementando el porcentaje de fósforo, posteriormente se tomaron muestras que fueron llevadas a analizar en el laboratorio del INIA. No se utilizaron los ECAS que figuran en la guía utilizada debido a que no se midió la contaminación del suelo.

- Diagrama N° 1 de las muestras sacadas en el campo:



Observación: En el experimento 5 se sacaron 2 muestras ya que en este caso los residuos orgánicos mixtos (frescos y degradados) tuvieron un peso de 5Kg cada uno haciendo un total de 10 Kg, siendo totalmente diferente a los experimentos anteriores en cuanto al peso. Se sacaron dos muestras para comprobar en ambos resultados la veracidad en los análisis correspondientes.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación corresponde al siguiente esquema:

GE Ap X O₁

GC Ap O₂

Donde:

GE: suelo del botadero del distrito de Mito

Gc: es el terreno antes de la aplicación de la técnica

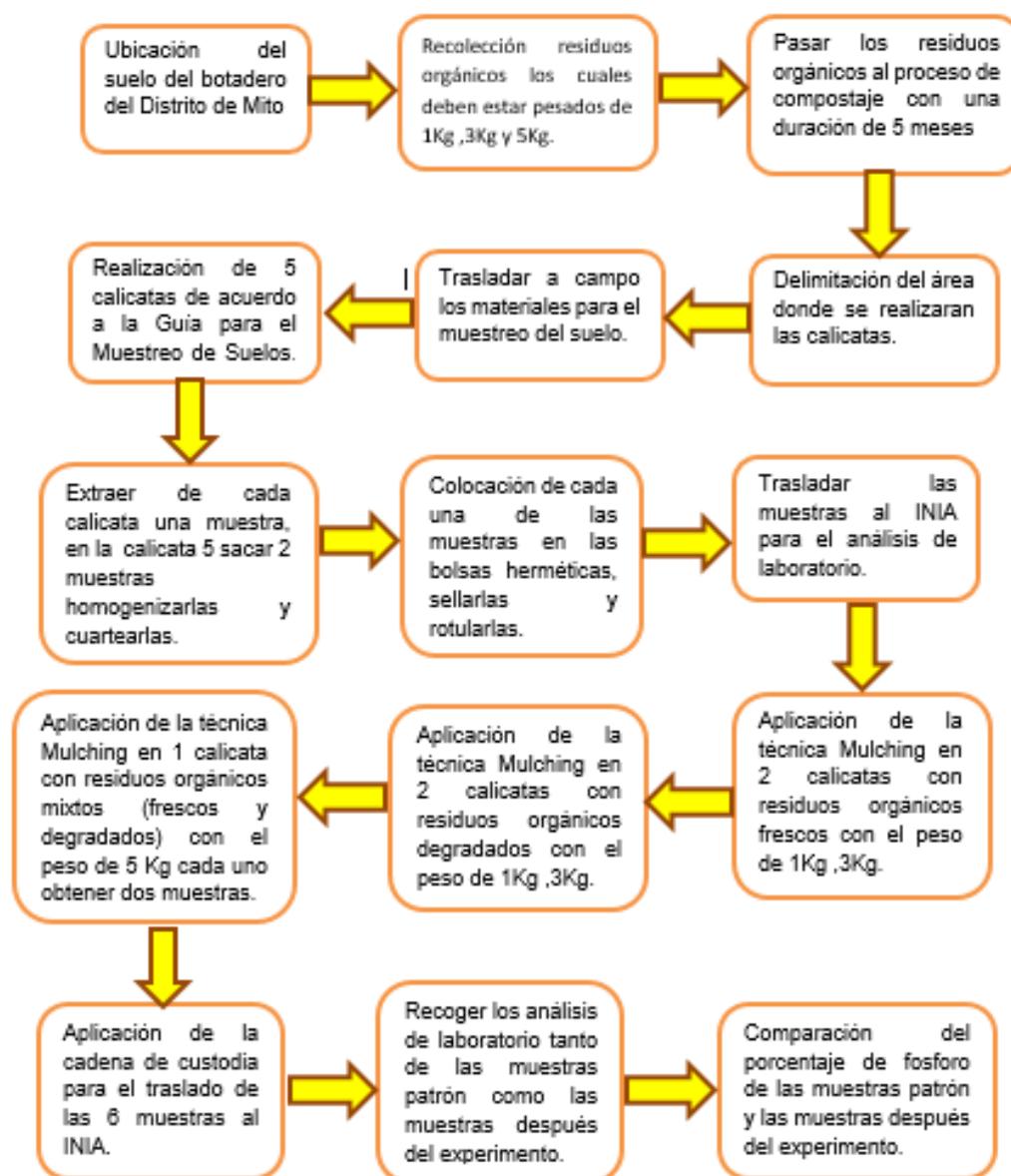
Ap: la aplicación de la técnica *Mulching*

O1: es la muestra del GE

O2: es la muestra de GC

Al aplicar la técnica *Mulching* se utilizaron residuos orgánicos frescos (aquellos restos orgánicos donde se incluyen restos de frutas y verduras, estiércol de cuy y de gallina), residuos orgánicos degradados (residuos orgánicos frescos transformados por compostaje) y residuos orgánicos mixtos (5Kg frescos y 5Kg degradados) aplicados en una sola calicata.

- Diagrama N° 2 del trabajo realizado en el suelo del botadero del distrito de Mito:



Experimentación Fase 1: se recolectaron, de las viviendas del distrito de Mito, los residuos orgánicos tanto frescos como los degradados. Para poder realizar los

experimentos en campo se trabajó con residuos orgánicos, no se empleó alguna metodología para la selección de viviendas ni para la recolección de residuos orgánicos, estos fueron recolectados de los habitantes de la plaza del distrito de Mito, ya que de los 1, 476 habitantes la mayoría se dedica a la agricultura, solo aquellos que están en la plaza se encuentran disponibles todo el día por tener centros de comercio, además ellos segregaron sus residuos según como se les solicitó (Anexo 15).

- Residuos orgánicos frescos:

Son aquellos restos biodegradables de plantas y animales (estiércol de cuy y de gallina), restos de frutas y verduras y procedentes de la poda de plantas.

- Residuos orgánicos degradados

Compostaje:

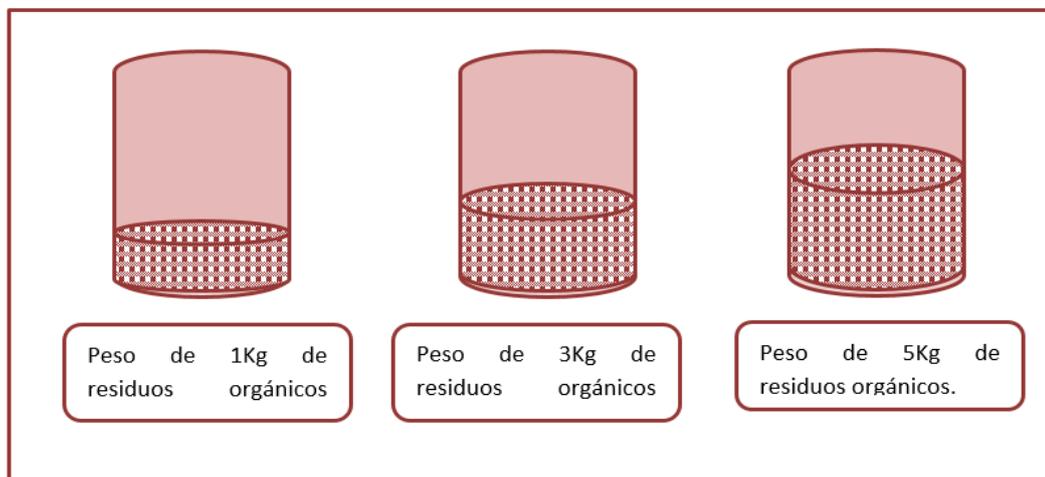
La elaboración de compost es la transformación de material orgánico a través de un proceso de descomposición en un material parecido a la tierra que se le denomina compostaje. Se puede elaborar compostaje simplemente en un contenedor, la eficiencia de la descomposición de un montón de compostaje depende de factores como los nutrientes, aireación, agua, microbios, tiempo y temperatura. Los invertebrados (insectos y lombrices de tierra) y microorganismos (bacterias y hongos) convierten el material en compostaje.

La elaboración de composteras en las siguientes etapas:

1. Se debe buscar tres baldes de aceite de capacidad de 20 litros.
2. Lavar debidamente cada contenedor, hacer un agujero en la parte trasera y colocar una malla metálica para impedir que los restos orgánicos caigan y si es necesario poder mover el balde de un lado a otro.
3. Es necesario agujerar todo el balde para que pueda haber aireación para que el aire fluya y ventile todo el compost.
4. Seguidamente, se deben llevar los residuos orgánicos domiciliarios (vegetales y también el estiércol de los animales), los residuos deben estar debidamente pesados de 1Kg, 3Kg y 5Kg para posteriormente verter todos estos en cada contenedor.
5. Regar con ½ litro de agua para que el proceso comience.

6. Dar vuelta al compost por lo menos una vez a la semana, moviendo de adentro hacia afuera.
7. El proceso de compostaje duró 5 meses.
8. El compostaje demostró su calidad con los indicadores físicos como: se redujo el volumen que se presentó inicialmente, un color marrón negruzco, se obtuvo un olor fresco; frío, porque ya pasó el proceso de la actividad microbiana, olor a hierba mojada, ligero y esponjoso.
9. Se utilizó en el suelo del botadero del distrito del Mito. (8)

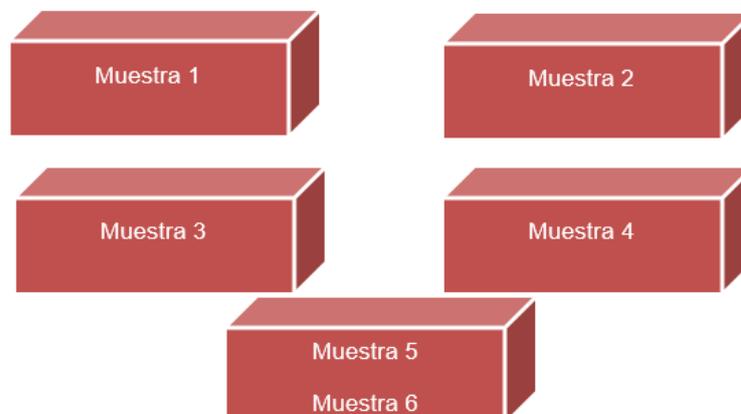
- Diagrama N° 3 Realización del compostaje



Experimentación Fase 2:

1. Experimentación en campo:

- Se hicieron cinco calicatas según la Guía para el Muestreo de Suelos ya que el terreno cuenta con un área menor de 1000 m², donde indica realizar calicatas de una profundidad de 0.30 m y de 1m de ancho x 0.7m de largo.



- De cada una de las cinco calicatas se sacaron aquellas partículas grandes como son piedras, restos de paja o algunos desechos, se las homogenizó y cuarteó para que así se pueda colocar cada una de ellas en la bolsa hermética con el peso de 1Kg según se indica en el Guía para el Muestreo de Suelos para suelos agrícolas; luego se las rotuló y llevó como es debido al INIA.

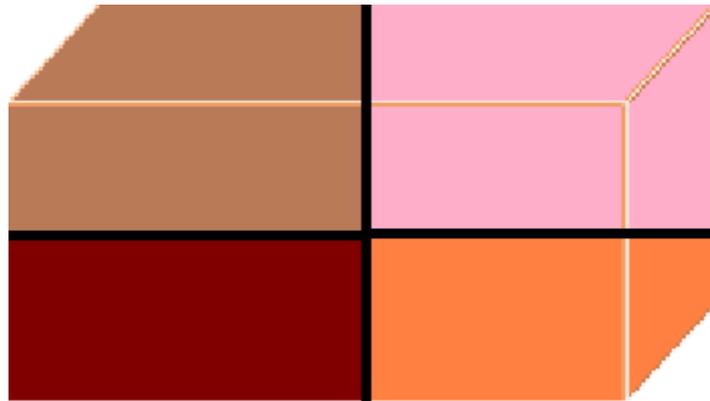


Gráfico N° 3. Cuartear la muestra del suelo del botadero del distrito de Mito

Fuente: elaboración propia



Gráfico N° 4. Calicatas 0.30 m y de 1m de ancho x 0.7m de largo

Fuente: imagen propia



Grafica N° 5. Cuarteo y homogenización de las muestras

Fuente: imagen propia

Aplicación de los experimentos con la técnica *Mulching*:

Mulching residuos orgánicos frescos 1Kg



Mulching residuos orgánicos frescos 3Kg



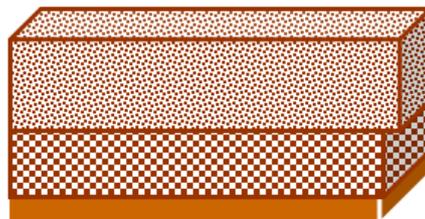
Mulching residuos orgánicos degradados 1Kg



Mulching residuos orgánicos degradados 3Kg



Mulching residuos orgánicos frescos 5Kg y residuos orgánicos degradados 5Kg



3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población:

Mito está situado en un recodo del río Mantaro a 3 286 metros sobre el nivel del mar; sus coordenadas geodésicas son 11° 56' 04" de latitud Sur y a 75- 20' 13" de longitud Oeste. Con una superficie aproximada de 25 210 m².



Gráfico N° 6. Delimitación del distrito de Mito

Fuente: Google Maps

3.3.2. Muestra:

La experimentación se desarrolla en un área de 450 m² donde se encuentra ubicado el terreno del botadero del distrito de Mito. Se tomó esta delimitación del terreno ya que el lugar donde está situado dicho botadero se encuentra bordeado de cerros con material rocoso y también pendientes las cuales no permiten que se pueda sacar muestras de otros puntos.

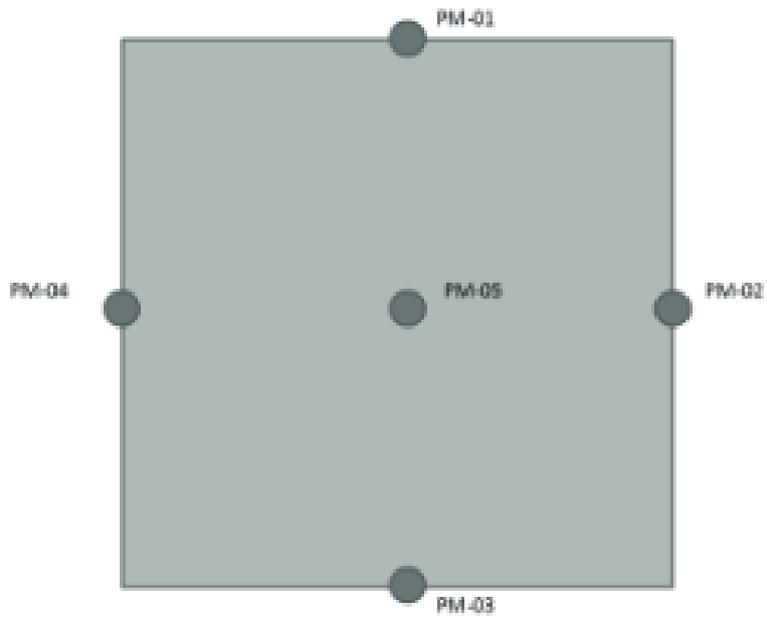


Gráfico N° 7. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado

Fuente: Guía para el muestreo de suelos, Minam

3.3.3. Cronograma de actividades

MESES ACTIVIDADES		2016																								2017																											
		Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Elección del tema de investigación	X	X	X	X																																																
2	Elaboración del proyecto					X	X	X																																													
3	Recolección de los residuos orgánicos		X	X																																																	
4	Elaboración del compostaje					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
5	Revisión bibliográfica							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																
6	Hacer las calicatas y realizar el muestreo de las muestras patrón																					X																															
7	Recoger los análisis del INIA de las muestras patrón																					X																															
8	Realizar el experimento																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
9	Realizar el muestreo de suelo en los experimentos																																																X				
10	Recoger los análisis del INIA del experimento																																												X								
11	Elaboración del borrador de tesis																																												X								



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : - Teléfonos : 24-6206 y 24-7011

NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ

LUGAR : MITO- CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS

	065-2017	05/01/2017
Potrero	N° de Laboratorio	Fecha

								TEXTURA			
7.9		0.0	3.8	80		0.0		90.8	7.6	1.6	Arenoso
pH	C.E.	M.O.	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

		Peligroso	Normal	BAJO		MEDIO	ALTO
Acidez Extractable				Nitrógeno (N)			
Reacción del Suelo		X		Fósforo (P)	X		
Salinidad del Suelo				Potasio (K)	X		
				% M.O.			

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FORMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	Al aperque	Nitrogeno							

INIA
Estación Experimental Agraria
Santa Ana Huancayo
Dr. Abelardo Guevara
Caj. Área de Suelos

Gráfico N° 9. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 2

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION

RÉSULTADOS DE ANALISIS

	065-2017	05/01/2017
Potrero	N° de Laboratorio	Fecha

							TEXTURA				
7.9	0.0	4.0	80	0.0	90.8	7.6	1.6	Arenoso			
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

		Peligroso	Normal	BAJO			MEDIO	ALTO
Acidez Extracelular				Nitrógeno (N)				
Reacción del Suelo		X		Fósforo (P)	X			
				Potasio (K)	X			
				% M.O.				
Salinidad del Suelo								

RECOMENDACION DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	
FORMULA										
Recomendaciones y observaciones especiales										
Cultivo:				DATOS						
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K								
		Nitrogeno								
	Al adorque	Nitrogeno								

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. MSc. Nancy Vargas C...
 (b) Área de Suelos

Gráfico N° 10. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 3

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS

	065-2017	05/01/2017
Potrero	N° de Laboratorio	Fecha

								TEXTURA			
7.9		0.0	3.9	80		0.0		90.8	7.6	1.6	Arenoso
pH	C.E.	M.O.	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal		BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez Extractable			Nitrógeno (N)			
Reacción del Suelo		X	Fósforo (P)	X		
Salinidad del Suelo			Potasio (K)	X		
			% M.O.			

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FORMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	Al aperque	Nitrogeno							

INIA
 Estación Experimental Agraria
 25011 - Huancayo
 Ing. Msc. Jenny Garay Carrillo
 1o) Área de Suelos

Gráfico N° 11. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 4

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-8206 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS

	065-2017	05/01/2017
Potrero	N° de Laboratorio	Fecha

								TEXTURA			
7.9		0.0	3.8	80		0.0		90.8	7.6	1.6	Arenoso
pH	C.E.	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

		Peligroso	Normal	BAJO		MEDIO		ALTO	
Acidez Extraciable				Nitrógeno (N)					
Reacción del Suelo		X		Fósforo (P)	X				
Salinidad del Suelo				Potasio (K)	X				
				% M.O.					

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FORMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	Al aperque	Nitrogeno							

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana Huancayo
 Dr. M. J. Pacheco Gutiérrez
 Asesor de Suelos

Gráfico N° 131. Análisis de laboratorio de la muestra patrón 6

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL AGROARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-5205 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION.

RESULTADOS DE ANALISIS

	066-2017	03/07/2017
Potrero	N° de laboratorio	Fecha

								TEXTURA			
7.92	0.0	3.9	90	0.0				90-5	9.6	0.4	Arenoso
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Areha	Arcilla	Limo	
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal	BAJO		MEDIO	ALTO
Acidez extractable			Nitrógeno (N)			
Reacción del Suelo		X	Fósforo (P)	X		
Salinidad del Suelo			Potasio (K)	X		
			% M.O.			

RECOMENDACION DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FORMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	Al aporque	Nitrogeno							

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana Huancayo
 Ing. Msc. Oscar Garry Canales
 (ej. Area de Suelos)

Gráfico N° 16. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos degradados 1Kg
Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS

	066-2017	03/07/2017
Potrero	N° de laboratorio	Fecha

							TEXTURA			
7.9		0.0	6.4	80		0.0	90.8	7.6	1.6	Arenoso
pH	C.E	MO	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%

INTERPRETACION DE ANALISIS

	Peligrosa	Normal	BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez extractable					
Reacción del Suelo		X			
Salinidad del Suelo					

RECOMENDACION DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FORMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la siembra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	A la siembra	Nitrogeno							

INIA
Estación Experimental Agraria
Santa Ana - Huancayo

[Signature]
Ing. Msc. [Name] [Title]
[Area de Suelos]

Gráfico N° 18. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos mixtos 10Kg
 Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : JAQUELINE JANET MAITA RODRIGUEZ
 LUGAR : MITO- CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS

	056-2017	03/07/2017
Potrero	N° de Laboratorio	Fecha

								TEXTURA			
7.9	0.0	6.6	80	0.0				90.8	7.6	1.6	Arenoso
pH	C.E.	M.O.	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	
	ms/cm	%	(ppm)	(ppm)	mg/100g	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS

		Peligroso	Normal	BAJO		MEDIO	ALTO
Acidez				Nitrógeno (N)			
Excesiva				Fósforo (P)	X		
Reacción del suelo		X		Potasio (K)	X		
				% M.O.			
Salinidad del suelo							

RECOMENDACION DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
FÓRMULA									
Recomendaciones y observaciones especiales									
Cultivo:				DATOS					
Recomendaciones sobre aplicación de fertilizantes por el Especialista	A la Cepbra	Aplicar todo el P y el K							
		Nitrogeno							
	Al adriquia	Nitrogeno							

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. Mónica Cruz Castro
 Inj. Área de Suelos

Gráfico N° 19. Análisis de laboratorio del experimento de residuos orgánicos mixtos 10Kg
 Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación experimental agraria Santa Ana Huancayo

Cuadro N° 1. Interpretación de análisis del fósforo en el suelo del botadero del distrito de Mito

Análisis de las muestras patrón		
Calicatas	Fósforo (P) en ppm	Interpretación de análisis
Cal_01_Mues_001	3.9	Bajo
Cal_02_Mues_002	3.8	Bajo
Cal_03_Mues_003	4.0	Bajo
Cal_04_Mues_004	3.9	Bajo
Cal_05_Mues_005	4.0	Bajo
Cal_05_Mues_006	3.8	Bajo

Análisis de las muestras después del experimento		
Calicatas	Fósforo (P) en ppm	Interpretación de análisis
Cal_01_Mues_001	3.9	Bajo
Cal_02_Mues_002	4.2	Bajo
Cal_01_Mues_003	3.9	Bajo
Cal_01_Mues_004	4.5	Bajo
Cal_01_Mues_005	6.4	Bajo
Cal_01_Mues_006	6.6	Bajo

Fuente: elaboración propia

Observación: los datos obtenidos de los distintos análisis en el suelo del botadero del distrito de Mito, presentan resultados donde indican que el fósforo puede ser bajo, medio o alto; sin embargo, estos indicadores no son utilizados ni se le da importancia para el trabajo de investigación, ya que en este trabajo se busca incrementar el fósforo de las muestras patrón a través de los experimentos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

En la investigación se estudia la eficacia de la técnica *Mulching* para recuperar el porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos.

Los datos que se presentaron de los análisis en las muestras patrón y después del experimento fueron dadas en ppm, consecutivamente fueron convertidos a porcentaje (%) con fines interpretativos.

Cuadro N° 2. Datos de los análisis de fósforo de las muestras patrón en el suelo del botadero del distrito de Mito. Conversión de ppm a porcentaje

<i>Análisis de las muestras patrón</i>		
<i>Calicatas</i>	<i>Fósforo (P) en ppm</i>	<i>Fósforo (P) en %</i>
<i>Cal_01_Mues_001</i>	3.9	0,00039
<i>Cal_02_Mues_002</i>	3.8	0,00038
<i>Cal_03_Mues_003</i>	4.0	0,00040
<i>Cal_04_Mues_004</i>	3.9	0,00039
<i>Cal_05_Mues_005</i>	4.0	0,00040
<i>Cal_05_Mues_006</i>	3.8	0,00038

Fuente: elaboración propia

Cuadro N° 3. Datos de los análisis de las muestras después del experimento en el suelo del botadero del distrito de Mito. Conversión de ppm a porcentaje

Análisis de las muestras después del experimento			
Calicatas		Fósforo (P) en ppm	Fósforo (P) en %
Cal_01_Mues_001	Orgánicos frescos 1 kg	3.9	0,00039
Cal_02_Mues_002	Orgánicos frescos 3 kg	4.2	0,00042
Cal_03_Mues_003	Orgánicos degradados 1 kg	3.9	0,00039
Cal_04_Mues_004	Orgánicos degradados 3 kg	4.5	0,00045
Cal_05_Mues_005	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	6.4	0,00064
Cal_05_Mues_006	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	6.6	0,00066

Fuente: elaboración propia

4.2. ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DEL FÓSFORO EN LA MUESTRA PATRÓN

En la Tabla N° 1 se presenta los resultados de la medición de la recuperación del porcentaje de fósforo del suelo del botadero de mito de la muestra patrón.

Tabla N° 1: Resultados de la muestra patrón convertidos de (ppm) en porcentaje de fósforo

pH	Fósforo (P) en %	Arena	Arcilla	Limo
7,9	0,00039	90,8	7,6	1,6
7,9	0,00038	90,8	7,6	1,6
7,9	0,00040	90,8	7,6	1,6
7,9	0,00039	90,8	7,6	1,6
7,9	0,00040	90,8	7,6	1,6
7,9	0,00038	90,8	7,6	1,6

Fuente: elaboración propia

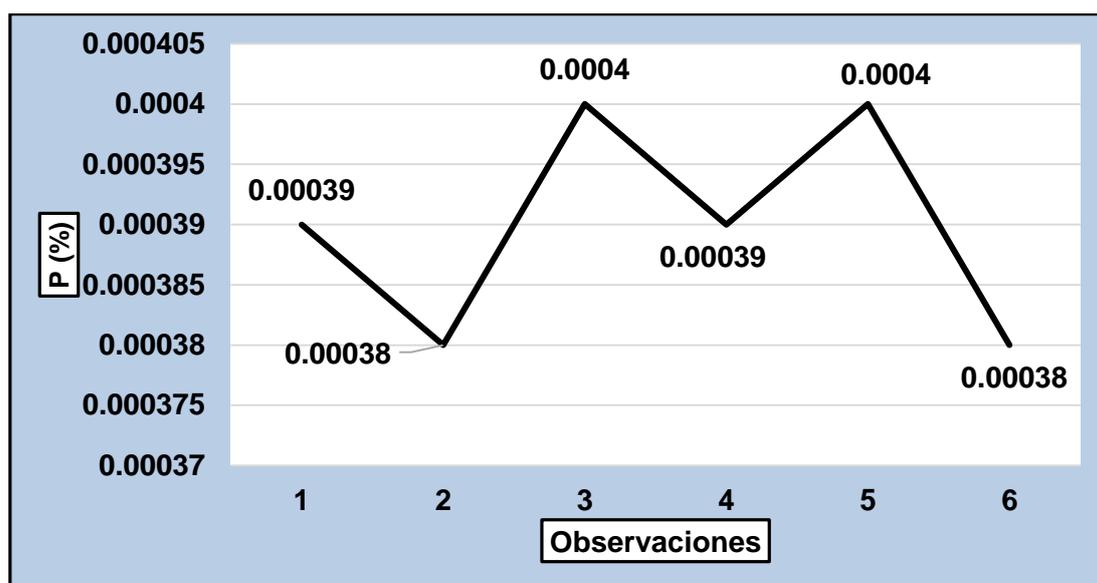


Gráfico N° 20. Comparación de los porcentajes de fósforo en la muestra patrón

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 2 se observa que el promedio del porcentaje de recuperación de fósforo en las seis observaciones es de 0,00039 y la desviación estándar de los porcentajes (0,00000894) indica que existe una moderada dispersión de los porcentajes. El coeficiente de variabilidad (2,29%) indica que los porcentajes de recuperación de fósforos son muy homogéneos, ya que están próximos al 0,00%.

Tabla N° 2: Estadígrafos del porcentaje de fósforo en la muestra patrón

Estadígrafos	Valor
N válidos	6
Media aritmética	0,00039
Desviación estándar (s)	0,00000894
Coeficiente de variabilidad	2,29%
Mínimo	0,00038
Máximo	0,00040

Fuente: elaboración propia

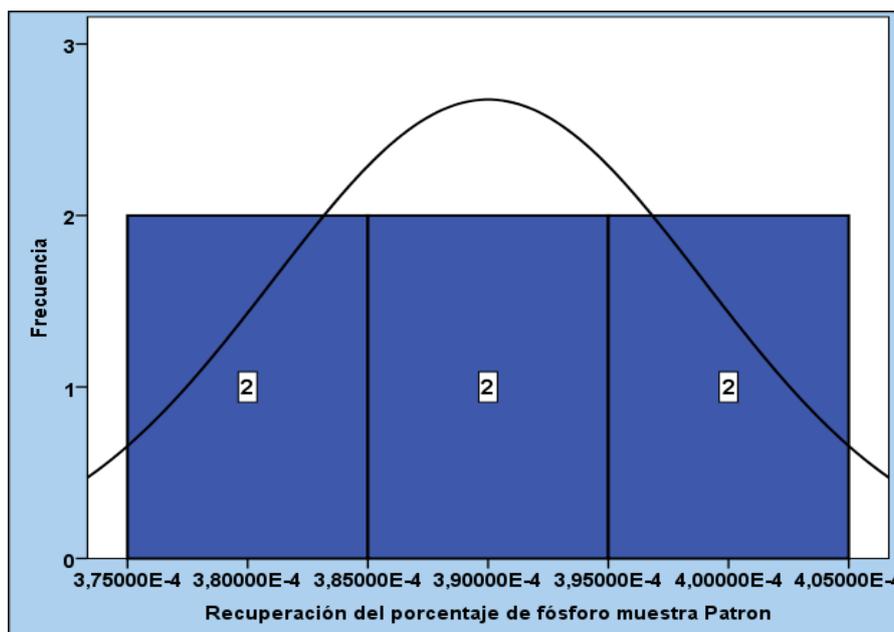


Gráfico N° 213. Histograma del porcentaje de fósforo en la muestra patrón

Fuente: Tabla N° 2

4.3. ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DEL PORCENTAJE DE FÓSFORO EN LA MUESTRA EXPERIMENTAL

Se muestra, en la Tabla N° 3, los resultados de la medición de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental, donde se observa que el mayor porcentaje de recuperación de fósforo ocurre en los mixtos (0,00064 y 0,00066), seguido de la muestra de orgánicos de 3 kg (0,00045).

Tabla N° 3. Resultados de la recuperación de porcentaje de fósforo mediante la técnica Mulching

	pH	Fósforo (P) en %	Arena	Arcilla	Limo
Orgánicos frescos 1 kg	7,92	0,00039	90,8	7,6	1,6
Orgánicos frescos 3 kg	7,92	0,00042	90,8	7,6	1,6
Orgánicos degradados 1 kg	7,92	0,00039	90,8	7,6	1,6
Orgánicos degradados 3 kg	7,92	0,00045	90,8	7,6	1,6
Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	7,92	0,00064	90,8	7,6	1,6
Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	7,92	0,00066	90,8	7,6	1,6

Fuente: elaboración propia

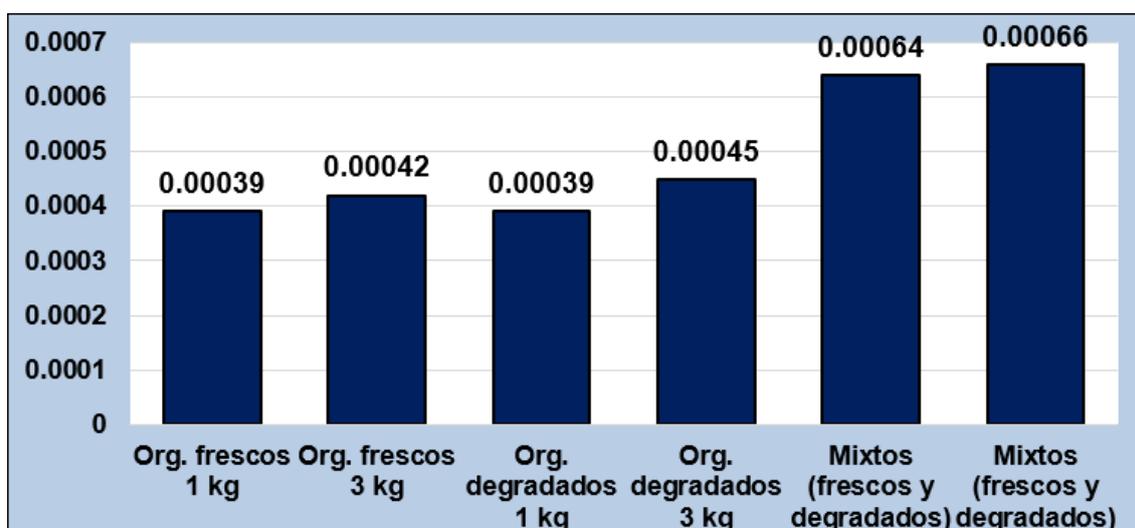


Gráfico N° 22. Histograma de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental según los aditivos

Fuente: Tabla N° 3

Se observa, en la Tabla N° 4, los promedios de la recuperación de fósforo en el grupo experimental según los aditivos, observándose mayor porcentaje en la muestra de los mixtos (0,00065) y de los orgánicos degradados (0,00042). Con respecto a la variabilidad de los porcentajes, se aprecia mayor homogeneidad en la muestra de los mixtos (2,18%) y de los orgánicos frescos (4,88%), ya que presentan menor coeficiente de variabilidad.

Tabla N° 4. Estadígrafos de los resultados de la recuperación de porcentaje de fósforo (P) mediante la técnica Mulching

	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variabilidad (%)
Orgánicos frescos	0,00041	0,00002	4,88%
Orgánicos degradados	0,00042	0,00004	10,10%
Mixtos (frescos y degradados)	0,00065	0,00001	2,18%

Fuente: elaboración propia

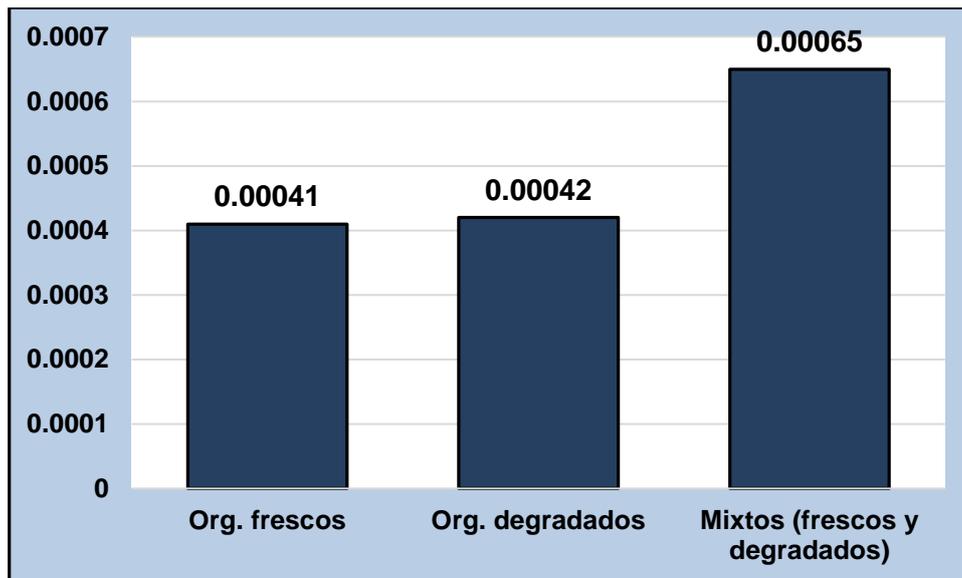


Gráfico N° 23. Histograma de la recuperación del porcentaje de fósforo en la muestra experimental según los aditivos

Fuente: Tabla N° 4

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis general

La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos.

Formulación de las hipótesis a contrastar:

H_0 : el porcentaje de fósforo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* es menor o igual al porcentaje de fósforo recuperado en la muestra patrón.

$$H_0: \mu_2 \leq \mu_1$$

H_1 : El porcentaje de fósforo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* es mayor al porcentaje de fósforo recuperado en la muestra patrón.

$$H_1: \mu_2 > \mu_1$$

Para la prueba de hipótesis se utiliza la prueba T de Student para muestras pareadas, debido a que se van a comparar los porcentajes promedio de dos grupos relacionados: muestra patrón y muestra experimental.

La tabla N° 5 muestra los estadígrafos de la muestra experimental y la muestra patrón para realizar la correspondiente prueba de hipótesis mediante la T de Student.

Tabla N° 5. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis general

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Experimental	0,0004917	6	0,00012481	0,00005095
	Patrón	0,0003900	6	0,00000894	0,00000365

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 6, se observa que el valor de T de Student calculada es $t_c=2,067$ y el p-valor (0,044) es menor al nivel de significación ($\alpha=0,050$), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), para un 95% de nivel de confianza.

Tabla N° 6. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis general

Diferencias emparejadas							
		Media de error	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. unilateral
Media	Desviación estándar	estándar	Inferior	Superior			
0,000102	0,000123	0,000051	-0,000030	0,000234	2,067	5	0,044

Fuente: elaboración propia

Mediante el gráfico de la prueba t de Student se comprueba la regla de decisión de la prueba de hipótesis.

Se rechaza H_0 si ocurre que:

$$t_c > t_\alpha \quad 2,067 > 2,015 \dots \dots (V)$$

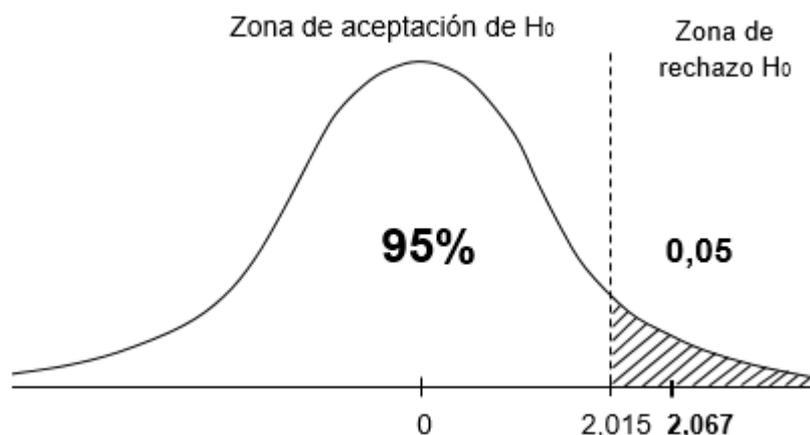


Gráfico N° 24. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis general
Fuente: elaboración propia

Conclusión estadística: con un nivel de confianza del 95% y para 5 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), es decir se acepta que el porcentaje de fósforo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* es mayor al porcentaje de fósforo recuperado en la muestra patrón.

Por lo tanto, se acepta como válida la hipótesis general de investigación: la técnica *Mulching* será eficaz para recuperar porcentaje de fósforo del suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos, para un nivel de significación $\alpha=0,05$

Hipótesis específica 1

La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos.

Formulación de las hipótesis a contrastar:

H_0 : el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos frescos es menor o igual al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_0: \mu_2 \leq \mu_1$$

H₁: el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos frescos es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_1: \mu_2 > \mu_1$$

Se utiliza la prueba T de Student para muestras pareadas, en la muestra patrón y la muestra experimental. La tabla N° 7 muestra los estadígrafos de la muestra experimental y la muestra patrón para realizar la prueba de hipótesis con la T de Student.

Tabla N° 7. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 1

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Orgánicos frescos	0,0004050	2	0,00002121	0,00001500
	Patrón 1	0,0003850	2	0,00000707	0,00000500

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 8, se observa que el valor de T de Student calculada es $t_c=2,065$ y el p-valor (0,032) es menor al nivel de significación ($\alpha=0,050$), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁), para un 95% de nivel de confianza.

Tabla N° 8. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis específica 1

Diferencias emparejadas							
		95% de intervalo de confianza de la diferencia					Sig.
Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	unilateral
0,000020	0,000028	0,000020	-0,000234	0,000274	9,078	1	0,032

Fuente: elaboración propia

Mediante el gráfico de la prueba T de Student se comprueba la regla de decisión de la prueba de hipótesis.

Se rechaza H₀ si ocurre que:

$$t_c > t_\alpha \quad 9,078 > 6,314 \dots \dots (V)$$

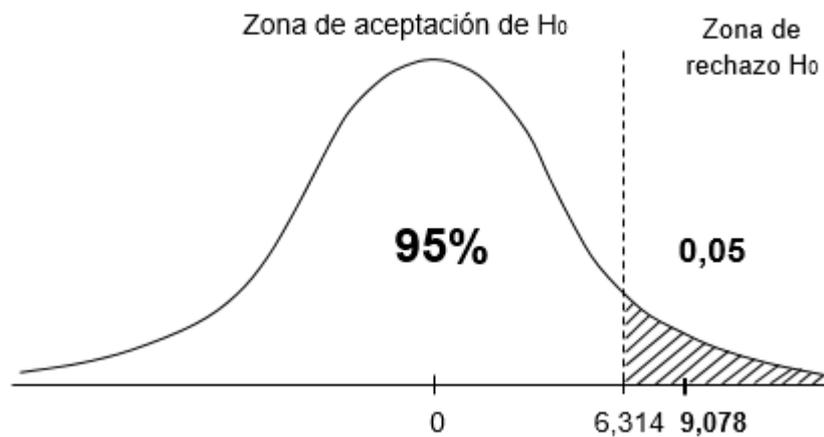


Gráfico N° 25. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 1

Fuente: elaboración propia

Conclusión estadística: con un nivel de confianza del 95% y para 5 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), es decir se acepta que **el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos frescos es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.**

Por lo tanto, se acepta como válida la hipótesis específica 1: la técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos frescos, para un nivel de significación $\alpha=0,05$

Hipótesis específica 2

La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos degradados.

Formulación de las hipótesis a contrastar:

H_0 : el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos degradados es menor o igual al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_0: \mu_2 \leq \mu_1$$

H₁: el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos degradados es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_1: \mu_2 > \mu_1$$

Se utiliza la prueba T de Student para muestras pareadas, en la muestra patrón y la muestra experimental. La tabla N° 9 muestra los estadígrafos de la muestra experimental y la muestra patrón para realizar la prueba de hipótesis con la T de Student.

Tabla N° 9. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 2

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Orgánicos frescos	0,0004200	2	0,00004243	0,00003000
	Patrón 1	0,0003950	2	0,00000707	0,00000500

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 10, se observa que el valor de t de Student calculada es $t_c=2,065$ y el p-valor (0,030) es menor al nivel de significación ($\alpha=0,050$), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), para un 95% de nivel de confianza.

Tabla N° 10. Prueba T de Student para muestras relacionadas para la hipótesis específica 2

Diferencias emparejadas							
		95% de intervalo de confianza de la diferencia			t	gl	Sig. unilateral
Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior			
0,000025	0,000049	0,000035	-0,000419	0,000469	8,720	1	0,030

Fuente: elaboración propia

Mediante el gráfico de la prueba T de Student se comprueba la regla de decisión de la prueba de hipótesis.

Se rechaza H_0 si ocurre que:

$$t_c > t_\alpha \quad 8,720 > 6,314 \dots\dots (V)$$

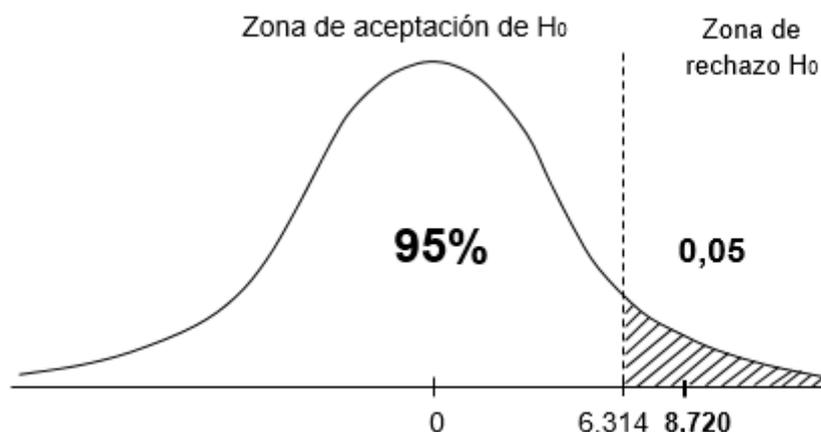


Gráfico N° 26. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 2

Fuente: elaboración propia

Conclusión estadística: con un nivel de confianza del 95% y para 5 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), es decir se acepta que **el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos degradados es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.**

Por lo tanto, se acepta como válida la hipótesis específica 2: la técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos degradados, para un nivel de significación $\alpha=0,05$

Hipótesis específica 3

La técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos mixtos.

Formulación de las hipótesis a contrastar:

H_0 : el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos mixtos es menor o igual al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_0: \mu_2 \leq \mu_1$$

H₁: el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos mixtos es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.

$$H_1: \mu_2 > \mu_1$$

Se utiliza la prueba T de Student para muestras pareadas, en la muestra patrón y la muestra experimental. La tabla N° 11 muestra los estadígrafos de la muestra experimental y la muestra patrón para realizar la prueba de hipótesis con la T de Student.

Tabla N° 11. Estadígrafos para la prueba de la hipótesis específica 3

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Orgánicos frescos	0,0006500	2	0,00001414	0,00001000
	Patron1	0,0003900	2	0,00001414	0,00001000

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 12, se observa que el valor de T de Student calculada es $t_c=13,000$ y el p-valor (0,047) es menor al nivel de significación ($\alpha=0,050$), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), para un 95% de nivel de confianza.

Tabla N° 12. Prueba T de Student para muestras relacionada para la hipótesis específica 3

Diferencias emparejadas							
		Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. unilateral
Media	Desviación estándar		Inferior	Superior			
0,000260	0,000028	0,000020	-0,000059	0,000514	13,000	1	0,047

Fuente: elaboración propia

Mediante el gráfico de la prueba T de Student se comprueba la regla de decisión de la prueba de hipótesis.

Se rechaza H_0 si ocurre que:

$$t_c > t_\alpha \quad 13,000 > 6,314 \dots\dots (V)$$

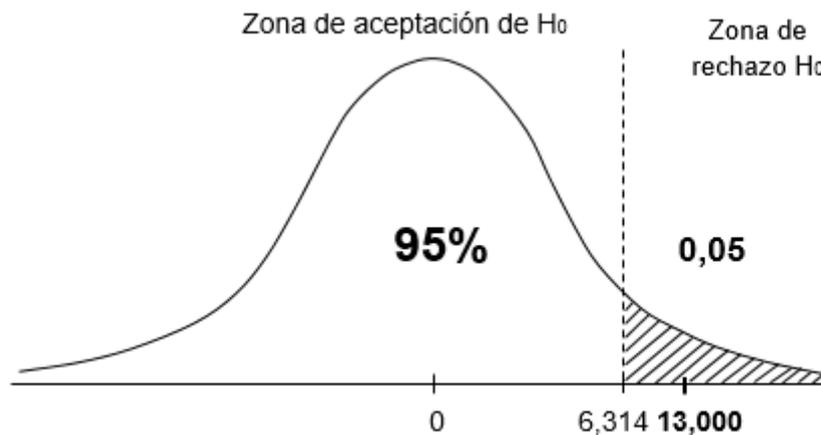


Gráfico N° 27. Región crítica para la prueba T de Student de la hipótesis específica 3

Fuente: elaboración propia

Conclusión estadística: con un nivel de confianza del 95% y para 5 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), es decir se acepta que **el porcentaje de suelo recuperado en la muestra experimental donde se aplicó la técnica *Mulching* adicionando residuos orgánicos mixtos es mayor al porcentaje de suelo recuperado en la muestra patrón.**

Por lo tanto, se acepta como válida la hipótesis específica 3: la técnica *Mulching* será eficaz para recuperar el suelo del botadero del distrito de Mito adicionando residuos orgánicos mixtos, para un nivel de significación $\alpha=0,05$.

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada, ya que se esperaba que al aplicar la técnica *Mulching* se incrementara el porcentaje de fósforo en el suelo estudiado.

La limitación principal en esta investigación estuvo relacionada con la estructura del terreno ya que esta presentaba pendientes y elevaciones, cual dificultó el área, las muestras fueron analizadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación Experimental Agraria Santa Ana Huancayo y se extrajeron seis muestras patrón para determinar la eficacia de la técnica *Mulching*.

Los mejores resultados se obtuvieron con residuos orgánicos mixtos (frescos + degradados), lo que se da a entender es que a mayor cantidad de residuos mixtos mayor será la recuperación en cuanto a porcentaje de fósforo en un lapso de tiempo de 6 meses. Se sugiere trabajar con ese tipo de residuos y extender la investigación con respecto a diferentes cantidades para buscar la mezcla más adecuada.

Cuadro N° 4. Comparación de antes del experimento y después del experimento

- Antes del experimento: muestra patrón

Calicatas	Fósforo (P) en %
Cal_01_Mues_001	0,00039
Cal_02_Mues_002	0,00038
Cal_03_Mues_003	0,00040
Cal_04_Mues_004	0,00039
Cal_05_Mues_005	0,00040
Cal_05_Mues_006	0,00038

- Después del experimento: muestra final

Calicatas	Experimentación	Fósforo (P) en %	Interpretación
Cal_01_Mues_001	Orgánicos frescos 1 kg	0,00039	En este experimento no hubo un cambio, ya que la cantidad de residuos orgánicos frescos de 1Kg fueron adicionados en muy poca cantidad, lo que hizo que se perdieran en el proceso.
Cal_02_Mues_002	Orgánicos frescos 3 kg	0,00042	En este experimento sí hubo un cambio ya que los residuos orgánicos frescos de 3Kg fueron adicionados en una buena cantidad, no se perdieron en el proceso.
Cal_03_Mues_003	Orgánicos degradados 1 kg	0,00039	En este experimento no hubo un cambio favorable para el suelo, ya que la cantidad de residuos orgánicos degradados de 1Kg fueron adicionados en muy poca cantidad y se perdieron en el proceso de dicha experimentación, no llegaron a realizar buenos cambios en el suelo, al contrario, en el transcurso de los 6 meses bajó el porcentaje de fósforo. Ya que al degradarse los residuos orgánicos prácticamente se perdieron.
Cal_04_Mues_004	Orgánicos degradados 3 kg	0,00045	En este experimento sí hubo un cambio ya que los residuos orgánicos degradados de 3Kg fueron adicionados en una buena cantidad, no se perdieron en el proceso y evidentemente ocasionaron un cambio.
Cal_05_Mues_005	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	0,00064	En este experimento hubo un cambio significativo en cuanto a los otros experimentos y esto se debe a que se adicionó mayor cantidad de residuos mixtos. En cada experimentación mixta se obtuvo resultados diferentes ya que por motivos de seguridad y confiabilidad se mandaron a analizar dos veces dicha muestra de la experimentación. Los resultados tienen una diferencia de decimales que indica efectivamente un cambio en la experimentación, la cual es no es significativa.
Cal_05_Mues_006	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	0,00066	

Fuente: elaboración propia

En el cuadro N° 4 se pueden observar los valores de los análisis realizados en el suelo del distrito de Mito, antes y después del experimento. Los valores que resultaron significativos fueron con la aplicación de la técnica *Mulching* Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados). La recuperación de fósforo con dicha técnica resulto beneficiosa para el suelo del botadero, con esta técnica se acelera el proceso de recuperación en cuanto al incremento de fósforo.

Cuadro N° 5. Análisis después del experimento, eficacia en porcentaje de la aplicación de la técnica *Mulching*

Análisis de las muestras después del experimento			
Calicatas		Fósforo (P) en %	Porcentaje (%) de Eficacia
Cal_01_Mues_001	Orgánicos frescos 1 kg	0,00039	13.220339
Cal_02_Mues_002	Orgánicos frescos 3 kg	0,00042	14.2372881
Cal_03_Mues_003	Orgánicos degradados 1 kg	0,00039	13.220339
Cal_04_Mues_004	Orgánicos degradados 3 kg	0,00045	15.2542373
Cal_05_Mues_005	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	0,00064	21.6949153
Cal_05_Mues_006	Mixtos (5 kg frescos y 5 kg degradados)	0,00066	22.3728814
	Total de fosforo (P) en %	0.00295	100

Fuente: elaboración propia

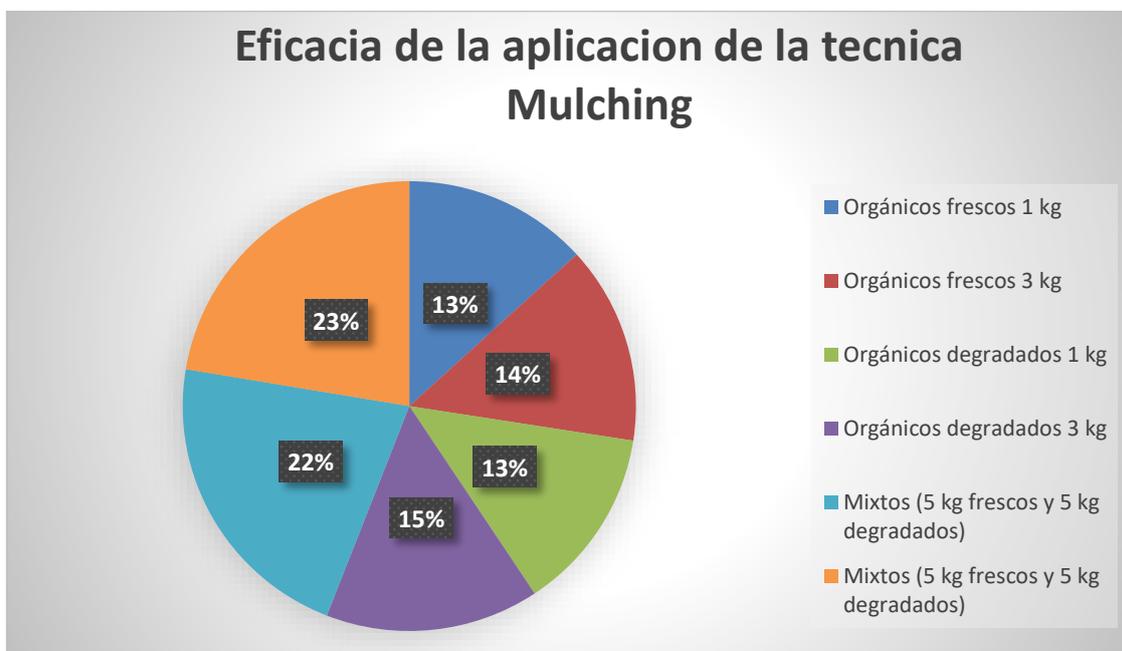


Gráfico N° 30. Eficacia en porcentaje de la aplicación de la técnica *Mulching*

Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la gráfica N° 25 se puede observar que el porcentaje es mayor en cuanto a la aplicación de la técnica *Mulching* con residuos mixtos (5Kg frescos y 5Kg degradados) siendo así que la eficacia sea $23\%+22\%=45\%/2$ obteniendo así un resultado de 22.5% para esta calicata, que además es la que obtiene mayor eficacia.

Cuadro N° 6. Comparación de la investigación

Técnica Mulching para recuperar el porcentaje de fósforo adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos	Influencia del mulch en los índices de crecimiento del frijol, variedad “Bat-304”	Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Italica</i>) en Ecuador
<p>La aplicación del <i>mulch</i> que obtuvo más eficacia fue al adicionar residuos mixtos (5Kg de frescos – 5Kg de degradados). La recuperación de fósforo con dicha técnica resultó beneficiosa para el suelo del botadero, con esta técnica se acelera el proceso de recuperación en cuanto al incremento de fósforo.</p>	<p>La aplicación de <i>mulch</i> en el cultivo del frijol proporciona un mejoramiento en las condiciones para el crecimiento de las plantas, lo cual se manifiesta en un incremento significativo de los índices de crecimiento evaluados; tasa absoluta de crecimiento de la superficie foliar y biomasa y tasa de asimilación neta. (Hernández, 2008).</p>	<p>La aplicación del mulch también puede resultar eficiente para el incremento de la producción y el debido control de malezas en el brócoli, dependiendo del tipo de mulch que se utiliza. El mulch de vicia en esta investigación consiguió un aumento en la producción de brócoli y control más efectivo de las malezas, por otro lado, el mulch de avena también produjo aumento en la producción, pero un menor control en cuanto a las malezas. Para finalizar el mulch de caña de azúcar disminuyó la producción, pero logro un control eficiente en las malezas. (Frutos, Pérez y Risco 2016).</p>

Fuente: elaboración propia

RECOMENDACIONES

- Realizar con equipo de protección personal las calicatas; ya que, al momento de hacer los huecos, el suelo emana fuertes olores produciendo un malestar.
- Proponer que los pobladores puedan segregar sus residuos adecuadamente.
- Trabajar con instituciones de confianza para el respectivo análisis de las muestras de suelo.
- Trabajar con residuos orgánicos en mayor cantidad para que los resultados puedan ser óptimos.
- Separar bien los residuos orgánicos de las viviendas ya que pueden traer un residuo sólido (plásticos, botellas, envolturas).

CONCLUSIONES

- La aplicación de la técnica *Mulching* es eficaz en un rango de 13% a 22.5% debido a la adición de residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos. Estos residuos incrementaron el porcentaje de fósforo en el suelo del botadero del distrito de Mito. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la investigación la cual indica que la cantidad de residuos orgánicos está asociada al incremento del porcentaje de fósforo.
- Si bien en la bibliografía no se encuentran datos acerca de las cantidades a utilizar para la aplicación de esta técnica, con un 1 Kg de residuos orgánicos frescos y degradados no se observa variación en el porcentaje de fosforo por lo que podemos afirmar que 1Kg sería la cantidad mínima a utilizar.
- De las muestras analizadas, el porcentaje de fosforo más significativo se obtuvo con la adición de residuos mixtos con un peso de 10 Kg lo cual indica que al trabajar con mayor cantidad de residuos mixtos se obtendrá un mejor resultado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORNEMISZA, Fassbender. Química de los Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. 1994, pág. 11. Costa Rica. Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
2. CADENILLAS, Allison. OEFA:3200 toneladas de basura a botaderos informales. 2016.
3. CASANOVA, E. Introducción a la Ciencia del Suelo. Caracas. 2005, pág. 18.
4. Ciudad Saludable ONG. Perú produce 3 mil toneladas de basura diaria y solo recicla el 15%. 2017 octubre 9.
5. CUEVAS, J., SEGUEL, O., ELLIES Sch, A., & DÖRNER, J. Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencia a la adición de lodos urbanos. Argentina: Revista Scielo. 2006.
6. DIAZGRANADOS, CAMARGO, OROZCO, AMAYA y FONTALVO. AMBIDES. 25 octubre 2016.
<http://www.ambides.com/material-de-consulta/14-diagnostico-y-clausura-del-botadero-la-concepcion-soledad-colombia>
7. DÍAZ, L. E., FRANCO, A. A., CAMPELLO, E., FARIA, S. D., & SILVA, E. M. Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. 1995. Págs.121-127.
8. DISA. Soluciones Ecoeficientes. 2017.
<http://www.disa.com.pe/2017/03/22/que-es-el-compostaje-peru/>.
9. FASSBENDER, H.W. et al. Química de los suelos con énfasis en suelos de América Latina. (2° ed.) San José. Costa Rica. 1994, pág. 11.
10. FERNÁNDEZ, L. A., ZALBA, P., GÓMEZ, M. A., & SAGARDOY, M. A. Bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico aisladas de suelos de la región Sojer. Argentina. Revista Scielo. 2005. Pág. 31-32.
11. FRUTOS, V., PÉREZ, M., RISCO, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. Chile. Revista Scielo. Pág. 61-66.
12. GONZALES, Gerardo. Permacultura.org.mx. [En línea] 30 de julio de 2012.
<http://www.permacultura.org.mx/es/reporte/mulch-acolchado-mantillo/>.

13. HERNÁNDEZ, Guillermo; LEÓN, Pedro; CRUZ, Orestes; INDRANI, Yvonne. Influencia del mulch en los índices. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2008, págs. 46-47.
14. HERNÁNDEZ, Pastor. Estudio de suelos de vertederos sellados y de sus especies vegetales espontaneas para la fitorrestauración de suelos degradados y contaminados del centro de España. Revista electrónica Anales de Biología. 2002, págs. 1-9.
15. KASS, Donald. Fertilidad del Suelo. Fertilidad del Suelo. México: EUNED, 1996, pág. 7.
16. KHOURI, Elías. Dinámica del fósforo en suelos cálcicos de áreas mediterráneas: trabajo experimental. España: Editorial de la Universidad de Oviedo, 2005, págs. 13, 23-32.
17. LOGREIRA, Nury; SISA, Arturo; MADARIAGA, Camilo; MOLINARES, Nelson; ESCOLAR, Marco. Ambides 2016.
<http://www.ambides.com/material-de-consulta/14-diagnostico-y-clausura-del-botadero-la-concepcion-soledad-colombia>
18. Ministerio del Ambiente. Glosario de Términos de Sitios Contaminados. Lima. 2013.
19. Ministerio del Ambiente. Residuos y áreas verdes. Lima. 2016.
20. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. La fiscalización ambiental en residuos sólidos. Lima. 2014
21. PACO, M. y GUTIÉRREZ, F. Municipio arroja basura a botadero clandestino. 2016
22. PASTOR, J., & HERNÁNDEZ, A. J. Estudio de suelos de vertederos sellados y de sus especies vegetales espontáneas para la fitorrestauración de suelos degradados y contaminados del centro de España. Revista electrónica Anales de Biología. 2002, pág. 1-9.
23. Pontificia Universidad Católica del Perú. ¿Tiene sentido educar para reciclar residuos sólidos y no hacerlo? Revista de Química PUCP.2011, pág. 39-39.
24. SALAS, C.A.P. MORAES, S. GARCIA, T.T. Sabundjia. EVALUACIÓN DEL CULTIVO PROTEGIDO POR AGROTEXTIL EN LA CULTURA DE Researchgate. 2008, pág. 438-439.
25. Smart Fertilizer Management. Smart Fertilizer Management. 2017
<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorus>.
26. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Residuos sólidos. 2016
27. TORTOSA, Germán. Compostando Ciencia Lab. 2011.

<http://www.compostandociencia.com/2011/06/la-importancia-de-la-materia-organica-html/>

28. ZAMORA, Héctor. Educación familiar y ciudadana. Caracas. 1990. Ediciones COBO
29. ZÚÑIGA Escobar, O., Osorio Saravia, J. C., Cuero Guependo, R., & Peña Ospina, J. A. Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad. Revista Unal. 2011.
30. ZÚÑIGA, SARAIVIA, GUEPENDO y OSPINA. Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. Medellín. 2011. Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín.

ANEXOS

ANEXO 1: CUARTEO DE LA MUESTRA PATRÓN



ANEXO 2: EXCAVACIÓN DE LAS CALICATAS



ANEXO 3: EXCAVACIÓN DE LA TERCERA CALICATA



ANEXO 4: EXCAVACIÓN DE LA SEGUNDA CALICATA



ANEXO 5: EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA CON LA LAMPA



ANEXO 6: SEPARACIÓN DE ALGUNAS PIEDRAS DE LA MUESTRA



ANEXO 6: SEPARACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS



ANEXO 8: SEPARACIÓN DE PASTOS Y MALA HIERBA



ANEXO 9: REMOCIÓN DE LA TIERRA DE LA SEGUNDA CALICATA



ANEXO 10: REMOCIÓN DE LA TIERRA DE LA PRIMERA CALICATA



ANEXO 11: REMOCIÓN DE LAS CALICATAS CON LA PALA



ANEXO 12: EXTRACCIÓN DE LA TIERRA DEL BOTADERO



**ANEXO 13: VERTIMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS FRESCOS APLICANDO LA
TÉCNICA *MULCHING***



**ANEXO 14: VERTIMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEGRADADOS APLICANDO
LA TÉCNICA *MULCHING***



ANEXO 15: RECOLECCIÓN EN LA PLAZA DEL DISTRITO DE MITO Y PESO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS



ANEXO 16: APUNTES DE LA RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS



ANEXO 17: AGUJEROS EN EL BALDE PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE



ANEXO 18: VERTIMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS FRESCOS



ANEXO 19: MEDICIÓN DE LA MALLA METÁLICA EN LA BASE DEL BALDE

