

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN GESTIÓN DE SUELOS Y AGUA



**EFFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS EN LA
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS BAJO UN
CULTIVO DE FRIJOL *phaseolus vulgaris* EN UN INCEPTISOL**

TESIS

Para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN EN: GESTIÓN DE SUELOS Y AGUA

DELIA YOLANDA SIAS BAYLÓN

Tingo María – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 024-2020-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00pm, del día jueves 11 de diciembre del 2020, reunidos virtualmente vía Microsoft team, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**“EFECTO DE LAS ENMIENDAS ORGANICAS E INORGANICAS EN LA
RECUPERACION DE SUELOS DEGRADADOS BAJO UN CULTIVO DE FREJOL
phaseolus vulgaris EN UN INCEPTISOL”**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión de Suelos y Aguas , Ing. Delia Yolanda Sias Baylon.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**.

Acto seguido, a horas 9:30 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

M.Sc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO
Presidente del Jurado

Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
Miembro del Jurado

M.Sc. JENRY RUIZ GONZALES
Miembro del Jurado

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Asesor

M.Sc. DAVID QUISPE JANAMPA
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA
MENCIÓN: GESTIÓN DE SUELOS Y AGUA



**EFFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS EN LA
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS BAJO UN CULTIVO DE
FRIJOL *Phaseolus vulgaris* EN UN INCEPTISOL**

Autor	: Ing. Delia Yolanda Sias Baylón
Asesor	: Dr. Casiano Aguirre Escalante : Ing. M.Sc. David Quispe Janampa
Programa de investigación	: Gestión de cuencas hidrográficas
Línea de investigación	: Gestión y conservación del recurso suelo
Eje temático de investigación	: Proceso de degradación del suelo
Lugar de ejecución	: Las Lomas - Tingo María
Duración del trabajo	: Mayo del 2019 – enero 2020
Financiamiento	: 8,6020.00 soles
FEDU	: No
Propio	: Si
Otros	: No

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y por permitirme conocerlo a través de la oración y su palabra. Por guiarme hacia el camino correcto, por cuidarme, protegerme con su sangre preciosa, con su manto sagrado y con su armadura. Por guardarme de todo mal, guardar mi entrada y salida. Así mismo por nunca dejarme y desampararme. Ante todo, por estar conmigo en los buenos y malos momentos. Lo más importante por ser mi fuerza y fortaleza para permitirme realizar mi tesis de maestría, que es una meta cumplida. Mi agradecimiento y reconocimiento, aceptando que si el nada soy en la vida y con él lo tengo todo. Dios fue la inspiración de esta investigación y esto es su regalo, para demostrarme que puedo llegar muy lejos, ya que para él no hay nada imposible en la vida. Para el todo es posible.

A mis padres Richar Sias Rodríguez y Luisa Baylón Trujillo, por darme la vida y estar presente en todas las etapas de mi vida y por estar en momentos buenos y malos. Gracias por apoyarme económicamente y moralmente en la realización de la tesis de maestría, por creer en mis capacidades y habilidades. Estoy totalmente

agradecida por todo el amor brindado a mi persona y por todos sus esfuerzos por ayudarme a crecer profesionalmente. Son ustedes mi inspiración para seguir adelante. Todo lo hago por ustedes, para que se sienta orgulloso de mi persona.

A mis hermanos Blendy Barrera Baylón y Conny Darlin Sias Baylón por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos. Por demostrarme todo su cariño y aprecio. Así mismo por compartir momentos alegres y felices, finalmente por alentarme a seguir creciendo profesionalmente y acompañarme en todas mis luchas, sueños y éxitos. A mis sobrinos Daiana, Ronaldo y Kendall; por ser mi motivación, inspiración y la felicidad de mi vida, los amo demasiado como si fueran mis hijos y por qué cada día aprendo mucho de ustedes. Queriendo siempre lo mejor para ustedes. De esta manera quiero enseñarles que, con esfuerzo, perseverancia se puede lograr muchas cosas en la vida.

A mi querida abuela Virginia Trujillo, por el cuidado, amor y sabios consejos que me brindo durante la vida. Muy agradecida por todo lo que hiciste en mí y siempre te llevare presente en mi corazón y en todos mis éxitos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme la vida y/o salud para poder permitirme culminar satisfactoriamente mi especialización profesional. Por darme los dones de la inteligencia, sabiduría, discernimiento de espíritu, fortaleza, fuerza y por ser la luz de mi vida. Y por dirigirme en toda la realización de la tesis.

Hoy me siento muy feliz y realizada por que logre culminar la tesis de maestría con mucho éxito y esfuerzo. Una meta cumplida en mi vida y un logro muy importante para mí, como lo aprendí de mis padres todo esfuerzo tiene su recompensa. La tesis no hubiera sido ejecutada sin la participación de personas que han ayudado y contribuido, para que este estudio llegue a un feliz término. Es por ello, expresar mis sinceros agradecimientos a todos.

A mis padres Richar Sias Rodríguez y Luisa Baylón Trujillo por su apoyo incondicional, moral y económico. Por ser mi motivo y motor para culminar la tesis de maestría. Cada logro que tengo en la vida se los debo a ustedes y por forjar en mi persona la responsabilidad, esfuerzo, perseverancia, valentía y mucha fortaleza. Todas sus enseñanzas están enlazadas en mi corazón.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por contribuir en mis conocimientos y formación durante la etapa de pos grado.

A mis asesores de tesis, al Dr. Casiano Aguirre Escalante y Ing.M.Sc. David Quispe Janampa por sus conocimientos, sus orientaciones, su persistencia, su paciencia y su motivación que fueron fundamentales para la realización de la tesis. Le doy gracias a Dios por ponerlos en mi camino y aceptarme asesorarme. Por su amistad y lealtad, me siento en deuda con ustedes.

A mi tío Juan Panduro Ruiz por ser mi mano derecha durante la ejecución de la tesis en la etapa de campo, con sus conocimientos en topografía, manejo de cultivos y en el área de suelo, han contribuido mucho en la tesis. Estoy totalmente agradecida por su amor, consideración, paciencia y mucha dedicación. Por compartir momentos significativos en el campo, por

saberme escuchar y ayudarme en cualquier momento. Gracias a mi tío culminamos con mucho éxito. Considerando que es mi tío favorito.

Al Ing. Fritz Palomino Vera, por su asesoramiento en el análisis de datos del presente estudio.

A la hermana Yolanda y Vicky por prestarme su terreno para poder ejecutar la tesis de maestría. Mi más profundo agradecimiento por todo su apoyo y por inculcarme el amor a Dios y por aconsejarme siempre que siga adelante. Por la confianza en mi persona y por su amistad.

A mi tía Rosario Camacho Infantes y a la H. Hna Helena, por todo el amor que me tiene y por todo su consejo para seguir adelante en mi vida profesional. Por inculcarme el amor a nuestro creador y creer que todo es posible.

A mis primos Armando Putpaña Bailón y Luis Putpaña Bailón por ayudarme en la etapa de campo y compartir momentos gratos y muy significativos.

A Papi Webster Pérez Segura, Luzbelih Olivera Barboza, Luz Amada Coca Corpa, Karina Hidalgo Gonzales y Alberto Fonseca Díaz, por su apoyo desinteresado en la investigación.

Al Dr. Cesar Samuel López López, por permitir realizar mi trabajo de investigación en el Laboratorio de Microbiología.

Al Ing. Victorino Ribas Pulache por enseñarme a usar el caballete, por su apoyo y aporte en la investigación.

A los jurados de tesis: Ing°. M.Sc. José Lévano Crisóstomo, y al Dr. Ladislao Ruiz Rengifo y Ing°. M.Sc. Jenri Ruiz Gonzales, por sus oportunas sugerencias.

A mis amigas Kelly Ayala A guirre, Lisset Ruiz Vásquez, Geraldine Domínguez Garay y Anais Valeriano Huataquispe por su apoyo y amistad desde la universidad hasta ahora.

A mi primo Jorge Gracey Coronado y Elita Infante Camacho, por su apoyo para crecer profesionalmente y por confiar en mis capacidades.

A mi amigo Gustavo, su presencia en mi vida ha contribuido a que yo crezca profesionalmente.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. ANTECEDENTES	6
2.2. ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS	10
2.2.1. ENMIENDAS ORGÁNICAS.....	10
2.2.2. ENMIENDAS INORGÁNICAS	14
2.3. SUELOS DEGRADADOS	18
2.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS.....	19
2.3.2. PROPIEDADES QUÍMICAS	20
2.3.3. RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS	22
2.4. CARACTERÍSTICAS DE <i>Phaseolus vulgaris</i>	23
2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS INCEPTISOLS	24
2.5.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS INCEPTISOLS	25
2.6. VARIABILIDAD DE SUELOS	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	27
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	28
3.2.1. MATERIALES.....	28
3.2.2. EQUIPOS	28
3.3. METODOLOGÍA.....	29
3.3.1. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL.....	29
3.3.2. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL.....	38
3.3.3. LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS.....	38

IV.	RESULTADOS	41
4.1.	EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL.....	41
4.1.1.	ALTURA TOTAL.....	41
4.1.2.	DIÁMETRO DEL TALLO	45
4.1.3.	MATERIA SECA O BIOMASA.....	49
4.2.	EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL.....	53
4.3.	CARACTERIZACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS.....	57
V.	DISCUSIÓN.....	65
5.1.	DEL EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL	65
5.2.	DEL EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL	67
5.3.	SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS	69
VI.	CONCLUSIONES.....	72
VII.	RECOMENDACIONES.....	73
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
IX.	ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. propiedades biométricas del cultivo de frejol Caupí con la aplicación de enmiendas hasta una edad de 80 días.....	7
2. Rendimiento de maíz y ahorro en fertilizantes utilizando sulfato de amonio y gallinaza.....	12
3. Producción de maíz sometidas a dosis de gallinaza y NPK.	13
4. Componentes químicos del estiércol de vacuno y estiércol de gallina.	13
5. Tratamientos en estudio.	31
6. esquema del análisis de la varianza.	36
7. Estadísticos descriptivos para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.	42
8. ANVA para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.	43
9. Prueba Duncan para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.	43
10. Prueba Duncan para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	44
11. Estadísticos descriptivos para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.	46
12. ANVA para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.	47
13. Prueba Duncan para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.	47
14. Prueba Duncan para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	48
15. Estadísticos descriptivos para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.	50

16.	ANVA para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	51
17.	Prueba Duncan para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.	51
18.	Prueba Duncan para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	52
19.	Estadísticos descriptivos para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	54
20.	ANVA para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	55
21.	Prueba Duncan para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.	56
22.	Prueba Duncan para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de material encalante.	57
23.	Matriz de datos.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de una unidad experimental.	31
2. Croquis de la parcela experimental.	32
3. Altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.....	44
4. Altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.....	45
5. Diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.....	48
6. Diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	49
7. Materia seca en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.....	52
8. Materia seca en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	53
9. Rendimiento en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.....	56
10. Rendimiento en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.	57
11. Densidad aparente del suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	58
12. Nivel de pH del suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.	59
13. Nivel de materia orgánica en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	60
14. Nivel del nitrógeno en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	60
15. Fósforo disponible en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.....	61

16. Potasio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.	62
17. Calcio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.	62
18. Magnesio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.	63
19. Aluminio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.	64
20. Terreno antes de instalar el experimento.	87
21. Delimitación de la parcela experimental.	87
22. Muestreo de suelos.	88
23. Preparación de los tratamientos.	88
24. Alineado de curvas a nivel empleando caballete.	89
25. Siembra del frijol.	89
26. Germinación del frijol chaucha.	90
27. Parcela experimental con sus respectivos bloques.	90
28. Aplicación de fungicida.	91
29. Unidad experimental y el efecto de borde.	91
30. Medición del diámetro de tallo.	92
31. Plantas de frijol en desarrollo.	92
32. Registro de datos recolectados.	93
33. Floración de las plantas de frijol chaucha.	93
34. Presencia de hongos en las plantas de frijol chaucha.	94
35. Visita por parte de los jurados calificadores de la tesis.	94
36. Legumbres y granos de frijol chaucha.	95
37. Muestras vegetales de frijol para la biomasa.	95
38. Muestreo con cilindros para la densidad aparente.	96
39. Secado de las muestras de suelos para la densidad aparente.	96
40. Muestras de suelos para su análisis respectivo.	97
41. Mapa de ubicación de la parcela experimental.	98

42.	Datos meteorológicos del periodo de ejecución del estudio.....	99
43.	Resultados del análisis inicial del suelo.....	100
44.	Resultados se análisis de suelos (parte I).....	101
45.	Resultados se análisis de suelos (parte II).....	102
46.	Análisis del estiércol de vacuno.	103
47.	Análisis de la gallinaza.	104
48.	Análisis de la dolomita.....	105
49.	Análisis de la roca fosfórica.....	106

RESUMEN

Los suelos en la Provincia de Leoncio Prado, así como en la amazonia peruana presentan diferentes niveles de degradación, es por ello que se optó ejecutar el estudio con el objetivo de evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas e inorgánicas en la recuperación de algunas propiedades físicas y químicas de los suelos degradados a través del cultivo de frijol, se llevó a cabo el ensayo un terreno ubicado en el sector de Las Lomas del distrito Rupa Rupa en la región Huánuco. Se consideró como factores en estudio a las fuentes de materia orgánica (Ninguno, gallinaza y estiércol de vacuno) y a las fuentes de material encalante (Ninguno, 2.0 tn/ha de roca fosfórica, 4.0 tn/ha de roca fosfórica, 2.0 tn/ha de dolomita y 4.0 tn/ha de dolomita) que generaron 15 tratamientos y fueron distribuidos en tres bloques, a las plantas de frijol chaucha se les midió las características morfométricas y se determinó las propiedades del suelo. Como resultado se encontró que hubo efectos estadísticos significativos sobre el uso de la gallinaza en las características morfológicas (49.89 cm en altura, 6.23 mm en diámetro y 30.08 g en biomasa) y el rendimiento de producción (158.94 g/planta) en las plantas de frijol, mientras que en caso de las propiedades de los suelos se observó mejoría de sus valores siendo 1.14 g/cm³ de DA, 5.54 de pH y 7.56 Cmol(+)/ kg de Ca al utilizar 2 tn de gallinaza más 4 tn de dolomita, en caso de 1.66% de MO, 0.08% de N y 260.14 ppm de potasio al mezclar gallinaza con 2 tn de dolomita, 14.11 ppm de P al utilizar 4 tn de roca fosfórica y 1.95 Cmol(+)/kg de Mg al utilizar solamente 2 tn de gallinaza, en caso de los niveles de aluminio disponible para las plantas se reportó bajos valores (0.05 Cmol(+)/kg) al ser sometidas a la gallinaza más 4 tn/ha de dolomita. Se concluye que la gallinaza empleado como fuente de materia orgánica en suelos degradados favorece en el crecimiento de las plantas de frijol y mejora la calidad misma de los suelos.

Palabras clave: Suelo degradado, frijol, gallinaza, dolomita, roca fosfórica.

ABSTRACT

The soil in the Leoncio Prado province of Peru, as well as in the Peruvian Amazon, presents different levels of degradation, it is for this reason that the decision was made to execute this study with the objective of evaluating the effect of organic and inorganic fertilizers on the recuperation of some of the physical and chemical properties of soil degraded from bean crops. The trial was carried out on land that is located in the Las Lomas sector of the Rupa Rupa district in the Huánuco region of Peru. The sources of organic matter (none, chicken manure and cow manure) and the sources of liming material (none, 2.0 t/ac of phosphoric rock, 4.0 t/ac of phosphoric rock, 2.0 t/ac of dolomite and 4.0 t/ac of dolomite) were considered, which generated fifteen treatments and were distributed into three blocks; the morphometric characteristics of the common bean plants were measured and the properties of the soil were determined. For the results, it was found that there were significant statistical effects on the morphological characteristics from the use of chicken manure (49.89 cm in height, 6.23 mm in diameter and 30.08 g in biomass) and on the production yield (158.94 g/plant) for the bean plants; meanwhile, in the case of the soil properties, an improvement in its values were observed, which were: 1.14 g/cm³ of apparent density, a pH of 5.54 and 7.56 Cmol(+)/ kg of Ca when 2 t of chicken manure with 4 t of dolomite were used; 260.14 ppm of potassium when chicken manure was mixed with 2 t of dolomite; 14.11 ppm of P when 4 t of phosphoric rock was used and 1.95 Cmol(+)/kg of Mg when only 2 g of chicken manure were used; in the case of the available aluminum levels for the plants, low levels were reported (0.05 Cmol(+)/kg) when submitted to chicken manure plus 4 t/ac of dolomite. It is concluded that the chicken manure, when used as a source of organic matter in degraded soils, favors the growth of bean plants and the improvement of the quality of the soil.

Keywords: Degraded soil, beans, chicken manure, dolomite, phosphate rock.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales se caracterizaban por registrar una dinámica sobre el ciclaje de nutrientes, función receptora de agua y gran diversidad de flora y fauna silvestre que conviven mancomunadamente garantizando la supervivencia en el tiempo, este equilibrio mencionado se ve alterado por fenómenos naturales o provocados por el hombre, en la primera actividad se vuelve con mucha facilidad el medio afectado a su estado antiguo, pero en caso de haberse perturbado por los pobladores se presentan mayores limitantes para poder retomar y recuperar su capacidad regenerativa de los ecosistemas tropicales.

El suelo en la amazonía presenta diversidad de invertebrados dentro del sistema suelo, los cuales cumplen muchas funciones que va de la mano con la calidad que presentan, como es el caso de su fertilidad (Lee 1985), dentro de sus actividades dichos microorganismos hacen que el suelo sea favorecido por sus deyecciones y al moverse generan pequeños espacios vacíos donde el aire puede oxigenarse (Pashanasi, 2001), es por esto que cuando un suelo se degrada no hay mucha presencia de invertebrados con el cual se certifica que el suelo es de baja calidad (Stork y Eggleton, 1992), sin embargo, la dinámica de los microorganismos, las propiedades físicas y las propiedades químicas de los suelos están poco estudiados ya que también se van a encontrar dependencia directa de la vegetación que crece en dicho suelo (Volhland y Schroth 1999).

Existe una interacción entre el suelo y la vegetación donde se representa mediante el ingreso y la salida de los nutrientes procedente de la descomposición de las raíces del sistema suelo, así como lo aportado por la hojarasca (Bertasso-Borges *et al.* 2003), esto se altera en cierta medida por la intervención de las personas. Cuando se realiza un cambio en el uso del suelo se generan muchos estudios sobre diversos impactos negativos que engloban

temas sobre calidad del suelo, costos de producción, erosión del suelo, condiciones microclimáticas del suelo entre otros temas multidireccionales (Dourojeanni 2006; Chávez *et al.* 2013), dichas adecuaciones que realizan las personas con la finalidad de producir alimentos presentan alteraciones no solamente al lugar donde se realiza un cultivo, sino también sufren perturbaciones indirectas a las áreas aledañas donde se realizó el cambio, perjudicando en el tiempo sobre las fuentes hídricas, el suelo, la diversidad de flora o fauna, etc. (Alarcón *et al.* 2016).

Uno de los temas que se viene comentando con mayor secuencia es la degradación de los suelos en la región tropical debido a que es una de las consecuencias directas de haber aplicado prácticas agrícolas o silvícolas sin respetar las leyes de la naturaleza y solo se pensó en beneficio de la humanidad pero al transcurrir los años se viene generando impactos negativos en el clima, pérdida de biodiversidad y abundantes áreas deforestadas que se encuentran con muy limitado valor nutricional.

Otra de las actividades fomentadas por algunas personas ecologistas o conservacionistas está enfocado en la recuperación de suelos degradados (Morillo *et al.* 2007), en donde se ponen a prueba diversas actividades como el uso de coberturas con especies leguminosas, plantear el establecimiento de plantaciones en asocio con diferentes estratos, realizar la rotación de cultivos y el uso de la fertilización orgánica con las enmiendas que ayudan a corregir ciertas propiedades del suelo, estos últimos lo consideran una alternativa muy favorable debido a que trata de sustituir los elementos faltantes en dichos suelos y se complementan con la proliferación de vegetación que ayudará, generando cobertura y se modificará el microclima en el suelo disminuyendo la temperatura y elevando su humedad.

En los diversos cultivos donde realizan actividades agronómicas de manera desmedida y sin respetar los principios de la conservación originan que exista abundante lixiviación y erosión que con el tiempo se vuelven infértiles y pocos productivos, denominados Inceptisol, es decir, dichos suelos presentan escasos niveles y/o valores nulos de magnesio, sodio, calcio, y potasio, estos

suelos con las características mencionadas se encuentran en diversas partes de la cuenca media del Huallaga; es por ello que, resulta necesario recuperar las propiedades físicas y químicas de los suelos degradados determinando el grado de degradación planteando alternativas de solución a través del uso de enmiendas como el uso de abonos orgánicos, la gallinaza y el estiércol de vacuno, así como la utilización de las enmiendas inorgánicas como la Dolomita fina y molida, así mismo el uso de la roca fosfórica (García 2020; Puente 2009; Del Águila 2004) que es importante para plantear su recuperación, manejo y conservación de los ecosistemas terrestres en base al plan nacional de manejo ambiental, así como para efectuar labores de manejo y recuperación agronómico ambiental sostenible.

En nuestra región existe una carencia de estudios relacionados a la degradación de los suelos, como es el caso específico de la incidencia que tienen algunas prácticas agrícolas (monocultivos de la hoja de coca) en el aceleramiento de los procesos de degradación y erosión de suelos que inciden directamente en la productividad de la región. La carencia de estudios en entorno a esta temática, se debe fundamentalmente a la ausencia de información precisa y de primera mano con la cual no se cuenta; pues mucha información obtenida tiene como origen o fuente los trabajos realizados por parte de Organismos Internacionales y Organismos no gubernamentales. Asimismo, no se otorga importancia al componente suelo ya que los organismos como DEVIDA (2010), solo trabajan con cultivos alternativos como cacao, café, palma aceitera y otros, y en su mayoría en temas de fortalecimiento más no enfocan el principal problema que es la degradación y desertificación de los suelos.

Evidentemente el problema que se aprecia son las condiciones del suelo, o del ecosistema terrestre, la degradación, el proceso erosivo en que se encuentra, por lo que se hace difícil encontrar un sistema productivo competitivo, que permita sustituir el cultivo de la coca, que resulta complicado mientras la hoja de coca o sus derivados oferten un precio muy elevado. A este nivel es importante incrementar la producción y la productividad de los cultivos alternativos. Pero además se necesita un mercado seguro, servicios

adecuados de infraestructura vial y buenos precios para asegurar los ingresos a los productores, entonces se podrán tener las condiciones necesarias para intervenir en el manejo sustentable de los recursos (Zavala 2000).

El uso de las enmiendas cuando existen suelos degradados es muy favorable debido a que se reduce el aluminio disponible en dichos suelos que en la mayoría de las veces resulta intoxicando a la vegetación que proliferan en dichos medios, para el caso de reducción de dicho metal se puede utilizar prácticas de encalado, lo cual no existe una manera generalizada de dosificación debido a diferentes factores del suelo (Campillo 2014). Una correcta aplicación y la dosis adecuada de encalado favorecerán en que los vegetales puedan crecer ya que se encontrarán disponibles los elementos como el calcio, el nitrógeno, el fósforo y el molibdeno, mientras que manera contraria se disminuirán el grado de toxicidad del aluminio y el manganeso en dicho suelo (Espinosa y Molina 1999).

La importancia de utilizar fuentes de materia orgánica en los suelos degradados es de suma importancia, debido a que va existir un aporte de microorganismos y nutrientes con el cual se va mejorar la calidad del suelo (Figuroa 2004) e iniciarán mayores actividades para poner disponible los nutrientes hacia las plantas proliferando con mayor desarrollo y vigor.

El trabajo persigue principalmente la recuperación de los suelos degradados a través, de la modificación de algunas características químicas físicas y biológicas de los suelos, debido a la aplicación de enmiendas orgánicas e inorgánicas como los materiales encalantes a diferentes dosis, así mismo a través del uso de los abonos orgánicos a diferentes niveles, por lo tanto se trata de evaluar el cultivos del frijol, el efecto de los materiales encalantes y abonos orgánicos en la recuperación de los suelos degradados. Generar información sobre el comportamiento de un medio luego de ser perturbado por el cambio de uso es de importancia para acoplarse en los programas de medios donde recientemente están siendo perturbadas por la actividad humana como son bosques primarios o purmas altas que ya están cercano a su plenitud (Durojeanni 2006), uno de estas actividades debe servir

para las actividades donde empiezan deforestar y sembrar otros cultivos perjudicando el valor del bosque como paisaje (Chávez *et al.* 2013).

Supondrá el establecimiento de la siguiente interrogante de investigación:
¿Cuál es el efecto del uso de enmiendas orgánicas e inorgánicas en la recuperación de suelos degradados bajo un cultivo de *phaseolus vulgaris* en un Inceptisol?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas e inorgánicas en la recuperación de algunas propiedades físicas y químicas de los suelos degradados a través del cultivo de frijol.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la materia orgánica y el material encalante en el crecimiento del cultivo de frijol.
- Evaluar el efecto de la materia orgánica y el material encalante en el rendimiento del cultivo de frijol.
- Caracterizar algunas propiedades físicas y químicas de los suelos donde se aplicaron abonos inorgánicos e orgánicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En la tesis titulada: “Efecto de la materia orgánica, yeso y dolomita en la concentración de aluminio (Al^{+3}) en suelos con cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)”, García (2020) en suelos degradados “aplicó yeso y dolomita como material encalante mezcladas en fuentes de materia orgánica como estiércol de vacuno y gallinaza. Registró que la materia seca (g) de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) son: Yeso + Gallinaza 16.13(g), Dolomita + Gallinaza 16.03(g), Gallinaza 13.53(g), Dolomita + Estiércol vacuno 13.10(g), Dolomita 12.67(g), Fertilizante inorgánico (N- P_2O_5 - K_2O) 11.27(g), Yeso 10.83(g). La variable altura de planta promedio a los 60 días de evaluación son: Yeso + Gallinaza 50.33 cm, Dolomita + Gallinaza 55.20 cm, Gallinaza 43.91 cm, Dolomita + Estiércol vacuno 46.97 cm, Dolomita 32.73 cm, Fertilizante inorgánico (N- P_2O_5 - K_2O) 35.63 cm, Yeso 31.40 cm.” En conclusión, el promedio con mayor altura fue dolomita + gallinaza con 55.20 cm.

En la tesis titulada “Efecto de la densidad de siembra en el sistema de hileras pares en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad 'red kidney' en condiciones de Tingo María”, Puente (2009) en suelo aluvial “instaló cuatro densidades de siembra en hileras pares: 0.60 x 0.30 x 0.30 m (222,222 plantas ha^{-1}), 0.60 x 0.30 x 0.20 m (249,999 plantas ha^{-1}), 0.50 x 0.30 x 0.30 m (249,999 plantas ha^{-1}), 0.50 x 0.30 x 0.20 m (285 714 plantas ha^{-1}) y el testigo fue de 0.60 x 0.30 m (166,666 ha^{-1}). Como resultado se reporta que hubo mayor rendimiento de grano (1 760.32 kg ha^{-1}) al sembrar de 0.60 x 0.30 x 0.30 m en hileras pares, y el menor rendimiento (1,531.31 kg ha^{-1}), se obtuvo en la parcela más densa.

En la tesis titulada “Aplicación de enmiendas para la recuperación de suelos degradados y efecto en el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata*) en la

microcuencia del Monzón” ejecutada por Ponce (2020), se estableció la parcela experimental en el caserío de Huancarumi al este y a 4 Km del Distrito de Monzón, Provincia de Huamalíes, región Huánuco. El diseño empleado fue DBCA, con arreglo factorial, con un tratamiento adicional (2A x 6B + 1C) con 4 repeticiones, la aplicación en los niveles de gallinaza fue 10 y 20 t/ha, mientras las enmiendas inorgánicas control 0 t/ha, Roca fosfórica (RF) 2 y 4 t/ha, Dolomita (D) 2 y 4 t/ha, Yeso agrícola (YA) 2 y 4 t/ha.” Los resultados fueron:

Cuadro 1. propiedades biométricas del cultivo de frejol Caupí con la aplicación de enmiendas hasta una edad de 80 días.

Clave	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Tratamientos
T ₁₂	11.0	7.1	Gallinaza 20 Tn/ha + dolomita 4 Tn/ha
T ₈	11.0	6.9	Gallinaza 10 Tn/ha + yeso agrícola 4 Tn/ha
T ₁	11.0	6.9	Gallinaza 10 Tn/ha
T ₄	10.8	6.7	Gallinaza 10 Tn/ha + roca fosfórica 4 Tn/ha
T ₆	10.8	6.7	Gallinaza 10 Tn/ha + dolomita 4 Tn/ha
T ₇	10.8	6.5	Gallinaza 10 Tn/ha + yeso agrícola 2 Tn/ha
T ₃	10.8	6.5	Gallinaza 10 Tn/ha + roca fosfórica 2 Tn/ha
T ₂	10.8	6.5	Gallinaza 20 Tn/ha
T ₁₀	10.8	6.4	Gallinaza 20 Tn/ha + roca fosfórica 4 Tn/ha
T ₁₁	10.5	6.3	Gallinaza 20 Tn/ha + dolomita 2 Tn/ha
T ₉	10.5	6.3	Gallinaza 20 Tn/ha + roca fosfórica 2 Tn/ha
T ₅	10.5	5.9	Gallinaza 10 Tn/ha + dolomita 2 Tn/ha
T ₁₄	8.8	3.6	Gallinaza 20 Tn/ha + yeso agrícola 4 Tn/ha
T ₁₃	8.5	3.5	Gallinaza 20 Tn/ha + yeso agrícola 2 Tn/ha
T ₀	5.0	3.0	Testigo

Fuente: Ponce (2020).

En conclusión, el mejor altura y diámetro del experimento resultó en el tratamiento de Gallinaza 20 Tn/ha + dolomita 4 Tn/ha, el mejor rendimiento alcanzado fue el tratamiento con Gallinaza 20 Tn/ha con 2290.23 kg/ha, pero en rentabilidad el tratamiento Gallinaza 10 Tn/ha + roca fosfórica 2 Tn/ha fue mejor al realizar el análisis de beneficio y costo (B/C) para la producción de frijol caupi es 1.94; es decir, por cada nuevo sol invertido, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0.94 nuevos soles.

En la tesis titulada “Determinación del grado de susceptibilidad de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al ataque de crisomélidos en Tingo María”, Del Águila (2004) ejecutó un estudio en la isla "San José " nueve de octubre, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia Tingo María – Huánuco; encontró a la variedad 'Caraota' como más susceptible a ser atacada por los crisomélidos, seguido por las variedades Red Kidney, Rodríguez de Mendoza mientras que la Chaucha reportó mayor resistencia; el rendimiento de los granos fue mejor en Caraota y baja producción en Red Kidney; además, las plantas más altas fueron también la variedad Caraota y las plantas bajas se expresaron en la variedad Rodríguez de Mendoza.

En la tesis titulada “Efecto del material encalante de diferentes canteras en una rotación de cultivos, maíz (*Zea mays* L.) Var. Marginal 28 con arroz (*Oryza sativa* L.) Var. 'La Conquista’” Navas (2011). La investigación se realizó en el sector "Las Lomas" del centro poblado de Afilador, Tingo María. Se utilizó fertilizantes: estiércol de vacuno se aplicó 5 kg a cada unidad experimental, equivalente a 8t ha⁻¹, fertilizantes: úrea (46% N), superfosfato triple (46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O) se aplicó la fórmula 100 - 86 - 74, Material encalante obtenido de cinco canteras. Comprobaron que, en el grupo control o testigo el pH, antes de la instalación del primer cultivo (maíz) y al final del segundo cultivo (arroz), el pH inicial 4.2 bajo a 4 en el cultivo de maíz (130 días) luego en el cultivo de arroz bajo a 3.7 en (330 días), confirmando que el proceso de acidificación progresiva es un proceso natural y que es acelerado por su explotación agrícola y lixiviación al producirse una desbasificación del complejo de cambio por el consumo de bases por los cultivos (Fassbender, citado en Navas 2011), es probable que se deba parcialmente al proceso de nitrificación del fertilizante nitrogenado (Tisdale y Nelson citado en Navas 2011).

Resultados contrarios se observó al utilizar enmienda calcárea, donde el pH se elevó, pero aun así no llegó a un valor superior a los 5.5, que es valor crítico para la precipitación y neutralización de la acidez cambiabile” (Haynes 1984). Además, se consideró que la aplicación de 6 tn ha⁻¹ son suficientes para alcanzar alturas máximas de las plantas (Navas 2011).

En la tesis titulada “Efecto de dos materiales encalantes y orgánicos en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en siembra directa en un suelo ácido”, Marroquín (2003) estableció una parcela experimental en un suelo degradado de Santa Rosa de Shapajilla donde aplicó material encalante y orgánico para obtener sus efectos en las propiedades del suelo y la producción del maíz. Utilizó la caliza y la dolomita en dosis de 1.0 t.ha⁻¹ sumando a ellos 4.0 tn/ha de material orgánico (gallinaza y estiércol de vacuno); concluyó que mejores resultados en las variables evaluadas se observó al utilizar dolomita mezclada con gallinaza.

En la tesis titulada “Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteño - Satipo” realizado por Ricse (2018), dicho autor utilizó enmiendas encalantes (yeso agrícola, dolomita, cal agrícola y magnocal) con fines de mejorar las propiedades que presentaba un suelo catalogado como ácido y a esto se le sumaba el rendimiento del frijol *Phaseolus vulgaris* L. Los resultados sobresalientes se muestran cuando se utilizaron de manera independiente la dolomita y el magnocal que disminuyó el nivel de materia orgánica, la acidez cambiante y la saturación de aluminio cambiante, mientras que hubo mejoría en la capacidad de intercambio catiónico, disponibilidad de calcio, magnesio cambiante y la mejoró la actividad microbiana respecto a la evaluación inicial. En caso del frijol, se observó mayor floración al aplicar magnocal, en caso de utilizar dolomita se reportó plantas con mayor peso de granos.

En el artículo de investigación titulada “Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado” llevada a cabo por MORILLO *et al.* (2007), para este experimento utilizó se tuvo que coleccionar un suelo ácido (pH entre 3.3 a 3.7) con deficiencia de fósforo y luego llevarlos a un invernadero donde se evaluó la efectividad de la roca fosfórica tratada con ácido sulfúrico y/o tiosulfato de amonio, se midieron los parámetros luego de aplicarse los tratamientos y que transcurriera el crecimiento del frijol en un periodo de 35 días; se reportó la eficiencia utilizando como indicador la materia seca del frijol y el fósforo absorbido en donde el fosfato diamónico fue más

eficiente y menor eficiencia se reportó en roca fosfórica sin acidular. Concluyeron que, se puede utilizar por su efectividad y la economía a la roca fosfórica acidulada con 30.0% de tiosulfato de amonio más 70.0% de ácido sulfúrico en cultivos de ciclo corto.

2.2. ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS

Se tiene definido que al aplicar las enmiendas inorgánicas o la materia orgánica se logra disminuir la toxicidad del aluminio en suelos degradados debido a distintos mecanismos. Los usos de los fertilizantes sintéticos ofrecidos en el mercado generan una disponibilidad de nutrientes muy rápido debido a su elevada solubilidad en contacto con el suelo, esto ocasiona desequilibrios en dicho sistema como la acidificación, destrucción del sustrato, entre otros, esto hace la diferencia frente a los abonos orgánicos que se caracterizan por su efecto indirecto y más lento que a la larga mejora la textura y su estructura del sistema edáfico traduciéndose en una mayor capacidad de retención de los nutrientes para que sean soltados de poco a poco según el aprovechamiento por parte de las plantas (Durán 2004).

2.2.1. ENMIENDAS ORGÁNICAS

Toda enmienda orgánica introducido al suelo mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas, así activando a los componentes macros y micro del suelo para mejorar la estructura física de suelo con la finalidad de incrementar la retención de humedad en periodos prolongados de escasas de lluvia. Respecto a las propiedades químicas, la incorporación de materia orgánica en el suelo continúa con su descomposición generando óxidos orgánicos e inorgánicos originando la disminución del pH (Plaster, citado en Marroquín 2003).

A lo expresado, autores como Tisdale y Nelson, citado en Marroquín (2003) añaden que, al convertirse en humus se incrementa la CIC que favorece su fertilidad potencial al cuidar los nutrientes de ser lixiviados.

2.2.1.1. LA GALLINAZA

Abono orgánico que se caracteriza por presentar elevada humedad y nitrógeno, dicho elemento nutritivo tiene la desventaja de volatilizarse muy rápido lo que lo traduce al ser guardado por mucho periodo de tiempo sin las condiciones adecuadas de humedad como un abono que pierde con facilidad sus nutrientes; en el proceso de secado se genera una fermentación aeróbica transformándose el elemento nitrógeno en un producto mucho más estable por convertirse en nitrógeno orgánico (Estrada 2005).

Murillo (1994) recalca que, dicho producto es completo ya que al aplicarse al suelo se obtiene mejores niveles de los nutrientes. Dentro de su composición se puede citar con mayor proporción al nitrógeno (3.22%), potasio (2.00%), fósforo (1.16%) y carbón, supera a los demás abonos como el estiércol de vacuno y de las ovejas, particularidades atribuida a la alimentación de las aves que generalmente lo realizan con alimento balanceado.

A pesar que el abono orgánico mencionado contenga elevados elementos nutricionales, esto es relativo debido al manejo, almacenamiento y cantidad de cama utilizada y que esto se encuentra vinculada a la humedad de la misma por contener en fresco 75.0% y secado artificialmente obtiene un valor del 8.0%, un claro ejemplo es que el nitrógeno contenido en el abono puede llegar a 1.5% cuando está mal acopiada muy inferior que se puede lograr en abonos bien guardados que logran un 4.0% (Estrada 2005). Para Arens (1983), abonar con gallinaza es una forma de reciclar los nutrientes de manera natural y de bajo costo, siempre en cuando sea un producto que no esté fresca ya que ocasionaría daños a las plantas, así como el mismo suelo. Los estiércoles están formados por hidrocarburos como (celulosa, fécula, azúcares, etc.) como tienen este conjunto de hidrocarburos poseen una gran población microbiana para su fácil transformación, el estiércol de vacuno almacenado adecuadamente tiene 0.5% de nitrógeno y 10.0% de carbono.

Paredes (2018) en un suelo ácido (pH 3.82) en la provincia de Tocache, San Martín - Perú, evaluó el efecto de la aplicación de la gallinaza de

postura en las características agronómicas con los tratamientos fueron: 10, 20, 30 y 40 t.ha⁻¹ de gallinaza y un testigo. Los resultados reportan que el tratamiento T₄ (40 t.ha⁻¹ de gallinaza) obtuvieron el mayor rendimiento del cultivo alcanzando 1 865,0 kg.ha⁻¹. Experiencias de uso de gallinaza/pollinaza en cultivos de agricultura es una práctica muy conocida en Colombia, es importante tener en cuenta trabajos de experimentación en donde se puede medir el verdadero impacto que tiene la gallinaza/pollinaza estabilizada en los cultivos. Estos son la comparación en cultivos de maíz.

En el Salvador se probaron en maíz (híbrido HS-23) 4 mezclas diferentes de fertilizantes químico (sulfato de amonio) y gallinaza (Nieto 2014).

Cuadro 2. Rendimiento de maíz y ahorro en fertilizantes utilizando sulfato de amonio y gallinaza.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Ahorro en fertilizante (%)
619 kg/ha SA (control)	5,730.14	
185.70 kg/ha SA + 433.30 kg/ha GA	5,622.22	17.00
247.60 kg/ha SA + 371.40 kg/ha GA	5,471.43	15.00
309.50 kg/ha SA + 309.50 kg/ha GA	6,050.79	12.00
371.40 kg/ha SA + 241.60 kg/ha GA	7,153.97	12.00

SA: Sulfato de amonio; GA: Abono orgánico gallinaza.

Fuente: Nieto (2014).

Los mejores resultados agronómicos se obtienen con la mezcla de 371.4 Kg/ha de sulfatos de amonio con 241.6 kg/ha de gallinaza. Pero lo más importante es que con cada tratamiento se logran los siguientes ahorros (comparativos con el primer tratamiento testigo).

Otro estudio realizado en México también con maíz (Pool *et al.* s/f), también evaluaron la interacción de la gallinaza con fertilizantes químicos, al emplear una dosis de gallinaza (10 ton/ha), se logró los mejores rendimientos y similares a la dosis de fertilizante químico solo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de maíz sometidas a dosis de gallinaza y NPK.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
Control o testigo	2431.00
105 N – 92 P – 60 K (kg/ha)	5785.00
10 toneladas de gallinaza/ha	9351.00
105 N – 92 P – 60 K (kg/ha) + 10 tn/ha de gallinaza	9980.00

Fuente: Pool *et al.* (s/f).

La investigación realizada en IDIAP – Panamá, Barahona y Villarreal (2015) observaron que el pH incrementó con mayor cantidad de gallinaza, alcanzando 60 t.ha⁻¹ un valor del pH de 5.9; además, hubo una relación directa entre la gallinaza y la materia orgánica en comparación al testigo. Además, al comparar la gallinaza con el estiércol de vacuno (Cuadro 4), se observa superioridad de los nutrientes y baja relación C/N en la gallinaza, lo que lo hace un abono más eficiente al utilizarlo (Gamarra 1990).

Cuadro 4. Componentes químicos del estiércol de vacuno y estiércol de gallina.

	Nutrientes mayores		Nutrientes menores	
	Estiércol de vacuno	Gallinaza	Estiércol de vacuno	Gallinaza
Nitrógeno	1.20	2.00	Cobre	0.30
P ₂ O ₅	0.90	2.50	Manganeso	0.80
K ₂ O	0.80	1.30	Zinc	0.60
Calcio	2.20	2.20	Mo	0.70
Magnesio	0.70	0.73	Sodio	0.20
Azufre		0.80		
M. seca	20.00			
Fibra	33.30			
C/N	24.90	14.50		

Fuente: Gamarra (1990).

2.2.1.2. EL ESTIÉRCOL DE VACUNO

En la investigación realizado por Trejo *et al.* (2013), se utilizó diferentes niveles de estiércol de bovino (40.0, 80.0, 120.0 y 160.0 tn/ha) y el fertilizante químico entre 100 a 150 (N-P: kg/ha) más un control. Se reporta que la materia orgánica y los nitratos aumentaron al utilizar estiércol de bovino, resaltando los niveles de 120 y 160 tn/ha, a través de los años se determinó que la conductividad eléctrica aumentó, pero sugieren los autores que es necesario su evaluación constante al utilizar estiércol ya que puede en algún momento perjudicar el contenido de sales a los cultivos; mientras que en caso del pH hubo fluctuaciones de sus valores respecto a las dosis utilizadas de estiércol. En siete años de monitoreo, utilizar mayor o igual a 80 tn/ha de estiércol generan rendimientos superiores al testigo y también superan al utilizar fertilizante químico. Efectos muy similares también lo reportan Arellano *et al.* (2015) al utilizar dosis de 10 y 20 t/ha de estiércol de manera continua por tres años, encontrando modificaciones positivas de la materia orgánica y los nitratos en el suelo, lo cual favoreció en mejores rendimientos de grano de las variedades de frijol Flor de Junio Dalia y Pinto Coloso.

Resultados favorables sobre el uso de los estiércoles también encontraron Salazar *et al* (2007), quienes recomiendan utilizar una dosis entre 80 a 120 tn/ha 30 días antes de la siembra que tienen que ser bien distribuidos en la parcela, obteniéndose mayor extracción de N, P, K y mejor rendimiento de los cultivos en la mayor dosis aplicado al sembrarse maíz o maíz – soja, pero recomiendan no utilizarlos consecutivamente sin antes controlar su salinidad del suelo.

2.2.2. ENMIENDAS INORGÁNICAS

Los suelos ya sea por procesos naturales o por efectos causados por el hombre, van perdiendo de una u otra manera las condiciones originales de fertilidad con la consiguiente disminución de productividad. Un aspecto importante a considerar es la acidez del suelo y las limitantes que ella condiciona para el desarrollo de las praderas y cultivos, es por ello que en

forma periódica se debe monitorear las condiciones del suelo para así evitar efectos adversos que impactan sobre la sustentabilidad y rentabilidad de nuestros sistemas productivos.

El encalado consiste en agregar al suelo compuestos que contengan calcio que sean capaces de disminuir la acidez y por otro lado elevar el pH del mismo, persiguiendo como objetivo desplazar y neutralizar el aluminio y manganeso presente en la solución del suelo. Las reacciones de los materiales encalantes, solo se producen cuando se ponen en contacto la cal con el agua del suelo, por lo que la efectividad se da solo cuando existe humedad en el suelo (AGROCOLUN 2018).

2.2.2.1. ROCA FOSFÓRICA

La realidad es que el fósforo en los suelos tropicales es muy limitado que origina deficiencias al querer cultivar una especie agrícola o forestal; además de dicho elemento, se tienen bajos niveles de nitrógeno motivo por el cual se necesita realizar prácticas de fertilización acompañado del uso de enmiendas para corregir la acidez de los suelos y se tenga eficiencia de la fertilización; la aplicación de fertilizantes genera costos elevados y siempre se tiene interés en identificar o producir fertilizantes fosfatados a bajo costo. Uno de las enmiendas más baratas que se pueda conseguir es la roca fosfórica (RF) que otorga fósforo y calcio (Ramírez *et al.* 2001), pero se tiene una limitante debido a su baja solubilidad ocasionando una lenta liberación del fósforo disponible lo que limita su uso en cultivos de ciclo corto y es más favorable cuando se tiene un cultivo de ciclo prolongado (Pérez *et al.* 1995).

Ante la limitante de la roca fosfórica, se están buscando incrementar su eficiencia mediante técnicas de acidulación parcial utilizando ácido sulfúrico debido a su baja rentabilidad económica (Panda y Misra, 1970), también se sustituye parcialmente al ácido sulfúrico con tiosulfato de amonio en una proporción de 30.0% (Castillo *et al.* 1992). La eficiencia de la roca fosfórica acidulada con ácido sulfúrico más tiosulfato fue comparada con la roca fosfórica solo acidulada con ácido sulfúrico en maíz y frijol (Morillo *et al.* 2007),

dichas eficiencias fueron iguales en ambas acidulaciones que mostraron plantas de frijol con buen crecimiento del sistema radicular, mayor biomasa y mejor absorción de fósforo tanto para suelos ácidos y neutros.

Asumiendo toda la solubilización de la roca fosfórica y considerando las expresiones matemáticas, se estimar a cuánto equivale en carbonato de calcio (ECC) de la roca fosfórica mediante la suma de los minerales ganga y el carbonato en la apatita. También se determina mediante el método de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC), en donde a 1.0 g de roca fosfórica se le añade 50 ml de HCl 0.5 N y la acidez restante es medida por titulación inversa (Sikora 2002). Generalmente, el ECC equivale aproximadamente el 50.0% de la roca fosfórica.

En un suelo ultisol, Hellums *et al.* (1989) bajo condiciones de invernadero estimaron el valor potencial de encalado de las rocas fosfóricas procedentes de América del Sur y África Occidental, reportaron que dichas enmiendas con reactividad media y alta logran el aporte de calcio a las plantas que crecen en suelos ácidos con bajo contenido de calcio intercambiable. Para el caso de un suelo oxisol de Gabón, Kamprath (1970) aplicó roca fosfórica de Gafsa generando un incremento del pH en 0.5 unidades, añadiendo que a mayores dosis de roca fosfórica se tiene mayores incrementos del pH como también lo reporta Pearson (1975) en suelos ultisoles y oxisoles de Puerto Rico; además, añadiendo al pH, es de suma importancia el aporte del calcio intercambiable, la saturación de bases y la disminución de la toxicidad hacia las plantas del aluminio (Kamprath 1970), respecto a la última característica, Sinclair *et al.* (1993) señalan que, el uso de esta enmienda es de importancia para ser aplicados en suelos de los trópicos. Truong y Montange (1998) añaden que, el uso de la roca fosfórica en Asia mejoró las propiedades químicas de los suelos sulfatoácidos.

Se concluye que, el cambio que genera la roca fosfórica es muy bajo, es por ello la casi nula importancia, siendo las dosis recomendables de 100 a 200 kg/ha que alcanza una efectividad neutralizante del 50.0% que equivale a utilizar entre 50 a 100 kg/ha de cal (FAO/OIEA 2007).

Los compuestos solubles del fósforo poseen muy alta reactividad, reducida movilidad y baja solubilidad. Los procesos de mineralización e inmovilización poseen importancia en el ciclo del fósforo de suelos con elevado nivel de materia orgánica. Al aplicar en el suelo un fertilizante fosfatado soluble en agua ocurre una reacción rápida con los compuestos del suelo. Los productos resultantes son compuestos de fósforo menos solubles y el fósforo que es adsorbido sobre las partículas coloidales del suelo (FAO/OIEA 2007).

2.2.2.2. DOLOMITA

El término encalado refiere al acto de aplicar compuestos de calcio o calcio y magnesio hacia el suelo que como efecto muestran la reducción de la acidez y un incremento de los niveles del pH, se pueden considerar diferentes materiales para elevar el pH de los suelos, siendo las más conocidos el óxido de calcio, hidróxido de calcio, calcita y la dolomita.

La calcita es la denominación común del carbonato de calcio cristalino (CaCO_3) y la dolomita está referida al carbonato doble de calcio y magnesio ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$); la composición de dichos materiales es variable, ya que existe una dependencia directa con la cantidad de impurezas como las arcillas, por ejemplo. El valor de neutralización varía entre 65% a 100%. El valor de neutralización del carbonato de calcio puro ha sido establecido como de 100% y sirve como punto de referencia para calificar el valor de neutralización de las cales. Como regla general el valor de neutralización de la mayoría de las cales esta entre 90% a 98% por las impurezas (Informaciones Agronómicas N° 20 s/f).

Las reacciones de la cal en el suelo, los mecanismos de reacción de los materiales encalantes permiten la neutralización de los iones H^+ en la solución del suelo por medio de los iones OH^- producidos al entrar en contacto la cal la humedad del, esto es la base principal sobre la efectividad de la cal en reacción a la humedad existente en el suelo. Las reacciones básicas de la cal en el suelo pueden ser ilustradas con el caso del carbonato de calcio o calcita. Resulta importante observar que el ion calcio (Ca^{2+}) que se genera al

disolverse el CaCO_3 no afecta las reacciones de elevar el nivel del pH. Dicha catión solamente se ubica en ocupar sitios de intercambio en la superficie de los coloides del suelo sirviendo de nutriente para los vegetales. Asimismo, el ion carbonato (CO_3^{2-}) incrementa el nivel del pH debido a la hidrolización y la producción de los iones OH^- , dicho carbonato se gasta luego de las reacciones de hidrolisis, es por ello que la cal afecta al lugar donde se aplicó (Informaciones Agronómicas N° 20 s/f).

Finalmente, las reacciones de la cal reducen la acidez del suelo o incrementa el pH al transformar el exceso de H^+ en H_2O , además de ello, cuando hay elevación del valor de pH se precipita el Al^{3+} formando un compuesto insoluble como es el $\text{Al}(\text{OH})_3$, disminuyendo de esta manera la principal fuente de iones H^+ que conforman el efecto tóxico del Al^{3+} muy perjudiciales para las plantas. Una de las características a tener en cuenta es el tamaño de las partículas de la cal utilizado ya que esto acelera o disminuye la reacción en el suelo, siendo mayor la reacción cuando el material es más fino. Además de lo indicado, se reduce la solubilidad del Al y Mn que a pesar de encontrarse en bajos niveles son tóxicos para los cultivos; el exceso de Al interfiere la división celular generando plantas con raíces atrofiados, impiden absorber Ca y Mg. Al incrementar el pH se precipita el Al y Mn como compuestos insolubles (Informaciones Agronómicas N° 20 s/f).

2.3. SUELOS DEGRADADOS

La degradación del recurso suelo generan bajos rendimientos de producción en las plantas, debido a que se le observa con una proyección para aprovecharlos en un corto periodo de tiempo para luego dejarlos sin ser sometidos a recuperación debido a que las personas priorizan su seguridad alimentaria (FAO/OIEA 2007).

En el informe técnico de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC 2017) se reportan que para el año 2017 hubo un incremento del 14.0% de las áreas coccaleras (49,900 ha) en comparación al año 2016 (43,900 ha), siendo el 75.0% de la producción abarcado por las áreas

constituidas por los lugares como el Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), siendo esta información una base para seguir con la estrategia nacional de Lucha contra las Drogas llevadas a cabo por el DEVIDA y la UNODC.

Una vez que los suelos se empiezan a degradar se observa vegetación competitiva que se adapta a dicho medio y esto para los agricultores lo califican como malezas, los cuales son muy difíciles de combatirlos como es el caso de la shapumba ya que hace lento la recuperación de la parte estructural del suelo y al realizar alguna actividad no resulta rentable debido al elevado mano de obra que se necesita o a los fertilizantes que se necesita aplicar, es por esto que muchos campesinos optan por dejar de lado dicho suelo y buscan seguir degradando otras áreas que estaba menos intervenida (Villagaray 2014).

2.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS

El INTAGRI (2017) cataloga al suelo como un recurso no renovable que presentan propiedades físicas, químicas y biológicas, resaltando que no solamente se debe mirar a las propiedades químicas de los suelos debido a que al crecer una especie vegetal sobre ella, se observa que para que desarrolle su sistema radicular de los vegetales que proliferan en dicho suelo necesita un suelo con buenas propiedades físicas, bien aireado y un adecuado así como equilibrado humedad del suelo o el volumen de agua disponible para la planta.

La misma institución añade que, el agua en el suelo está directamente relacionada con el contenido de materia orgánica, el tipo de arcilla registrado en el suelo y el porcentaje de arcilla que lo compone, estas características favorecen o disminuyen el crecimiento de las plantas siempre en cuando se encuentre perturbadas o están en buen estado.

Autores como Ponce (2020), reportó que el uso de las enmiendas en los suelos degradados favorece en la calidad de los mismos bajo la

perspectiva de sus propiedades físicas, dicha comparación se realizó en base al testigo que no recibió tratamiento alguno, determinó que, la aplicación del abono orgánico gallinaza en dosis de 10 y 20 Tn/ha en algunos casos añadidos 4tn de roca fosfórica o 2 tn de dolomita (T₂, T₁₀, T₈ y T₁₁) favorecieron en la mejoría de sus niveles de calidad para el contenido de arena, arcilla, limo, densidad aparente y la infiltración. De manera similar, Barahona y Villarreal (2015) manifiestan también que, la gallinaza aplicada al suelo mejora propiedades como la estructura, la porosidad, la estabilidad de agregados a largo plazo y la densidad aparente, esto lo acuña Mullo (2012), al indicar que, el uso de materia orgánica mejora la estabilidad de la estructura de los agregados, baja la densidad aparente, incrementa la porosidad y su permeabilidad respectiva.

La importancia de realizar estudios sobre las características físicas de los suelos es que esta particularidad se encarga de la rigidez, la fuerza de sostener, la penetración fácil de la raíz aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes, estas características se modifican al labrarse el suelo, pero de manera natural va depender del cultivo que se establece en dichos suelos, el clima y las asociaciones que se pueda tener (Ferrerías *et al.* 2000; Bravo *et al.* 2008).

2.3.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

Respecto a las propiedades químicas del suelo, se tiene estudios realizados por Rubenacker *et al.* (2011) que en un suelo degradado había aplicado el vermicompost (VC) del estiércol de conejo distribuidas en distintas proporciones de carbono orgánico (C) en función del tiempo y la profundidad; transcurrido el periodo de campo, se tiene reportes de incrementos en el incremento del contenido de carbono oxidable, carbono soluble en agua y nitrógeno total en el suelo. Utilizar VC aplicadas en forma de pila favorece el secuestro de carbono orgánico en suelos degradados.

La materia orgánica incorporada se somete al proceso de mineralización y humificación que influirán en la migración de las pequeñas

partes de carbono solubles en el perfil del suelo y su posible retención por la fracción orgánica y/o por la fracción mineral del suelo (Corvasce *et al.* 2006). Existen beneficios de utilizar enmiendas orgánicas que se atribuyen a las sustancias húmicas que contienen principalmente los ácidos húmicos y fúlvicos, dichos ácidos se modifican por aplicarse las enmiendas orgánicas, ya sea en su contenido de carbono (CAH y CAF) como en sus características estructurales (Corvasce *et al.* 2006).

En su tesis Ponce (2020) la aplicación de enmiendas tiene un efecto positivo para M.O., P, K₂O, CIC y % Saturación de aluminio, a diferencia del pH se muestra un efecto negativo, es decir que con la aplicación de enmiendas el pH del suelo aumenta. Según O'Hallorans *et al.*, citado por Gonzales (2011), refiere que el pH del suelo mostró una disminución con las aplicaciones de gallinaza; estas disminuciones del pH están relacionadas con el proceso de mineralización de la gallinaza y el estado fresco en el cual se liberan iones de hidrógeno o hidronio.

La movilidad de la materia orgánica en el suelo está influenciada por los procesos de mineralización y humificación (Nelson *et al.* 1994). Los ácidos húmicos provenientes del vermicompost tienen poco peso molecular, bajo grado de condensación y humificación en comparación al ácido húmico del suelo (Senesi *et al.* 1996); lo que hace que dichos ácidos migren con mayor facilidad hacia mayores profundidades del suelo (Corvasce *et al.* 2006).

Según López *et al.* (2001), manifiestan que las enmiendas químicas y orgánicas, realizan cambios en las características químicas del suelo (M.O., N y P); también en su investigación Ponce (2020) en sus resultados encontró mayores incrementos en M.O., P, K₂O y CIC, estos incrementos de las propiedades químicas, obedecen a las enmiendas, porque van liberando nutrientes al suelo (ácidos radicales, calcio, magnesio, OH entre otros), hace referencia Ruiz (2011) que, las enmiendas tienen un efecto de reducción en la solubilidad del Al³⁺ y Mn³⁺ debido al incremento de las bases cambiables como calcio, magnesio, potasio y sodio. Asimismo, se observa que, respecto a las CIC, cuando el Al es alto la CIC es bajo. Esto se debe a que las

enmiendas aportan Ca y Mg que entran en la solución suelo generando OH, oxidrilos o hidroxilos.

2.3.3. RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

La recuperación de suelos para Martínez *et al.* (2008) tiene por finalidad el mejoramiento y conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, que se basa en la productividad agrícola que depende en cierta medida por la presencia de la materia orgánica; la descomposición de dicha materia en el suelo ocurre debido a un proceso de digestión enzimática realizada por los microorganismos, desprendiéndose los nutrientes que son fáciles para su asimilación por los cultivos.

La compostación estabiliza la materia orgánica de la gallinaza que al aplicarse al campo favorece al desarrollo de los cultivos, así mismo favorece la recuperación de suelos con alto nivel de degradación (Mullo 2012), la gallinaza usada en grandes cantidades mediante biofumigación cumple una función como desinfectante del suelo (Barahona *et al.* 2013).

Autores como Salisbury y Ross (1994) y Gallegos *et al.* (2000) recalcan que, el sistema suelo a parte de sostener a las plantas aporta los nutrientes a las mismas debido a que en dicho lugar la materia orgánica se transforma los elementos nutritivos por medio de la biodegradación y la mineralización. Uno de los elementos primordiales es el nitrógeno que las plantas lo utilizan en abundante cantidad. Al ocurrir la descomposición se generan medios muy ácidos (Henry y Boyd 1988; Ortega y Mardonez 2005), el proceso de nitrificación depende de los niveles de pH, N-NH₄ disponible, humedad del medio, temperatura, relación C/N, oxígeno y adecuada población microbiana, la materia orgánica juega un papel protagónico en la mineralización y otros procesos biológicos (Tisdale *et al.* 1999).

La mineralización se desarrolla favorablemente en 4 ds/m de conductividad eléctrica (Ortega y Mardonez 2005), las propiedades físicas y biológicas de un suelo degradado se mejora mediante la adición de grandes

cantidades de materia orgánica (Larney y Janzen 1996; Pagliai *et al.* 1981), por ejemplo, en algunos lugares usan material orgánico mezclada con material inerte (Adriano *et al.* 1999); el uso de materia orgánica incrementa la estabilidad estructural (Tisdall y Oades 1982; Piccolo y Mbagwu 1990), baja los valores de la densidad aparente (Khaleel *et al.* 1981; Clapp *et al.* 1986; Tester 1990), existe una mejoría de la capacidad de infiltración así como de la conductividad hidráulica (Felton *et al.* 1995).

El aumento de la estabilidad, los macroporos y los mesoporos (Pagliai *et al.* 1981; Pagliai y Antisari 1993), están relacionadas inversamente con la aparición y función de las áreas de flujo preferencial (AFP) que son lugares donde tanto los macroporos como los mesoporos presentan alta densidad y pueden ser formadas por grietas generadas por ciclos de humedecimiento-secado o por canales de raíces y lombrices (Kosmas *et al.* 1991).

2.4. CARACTERÍSTICAS DE *Phaseolus vulgaris*

La taxonomía de la especie corresponde al:

- Reino : Plantae Haeckel 1866
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Fabales
- Familia : Fabaceae
- Género : Phaseolus
- Especie : vulgaris L.
- Nombres comunes : Frijol paso de ovejas, frijol del ratón pinal de amoles, frijol negro ND, frijol negro tlahuac.

La aplicación de fertilizantes cuando un suelo es adecuado para el cultivo del frijol chaucha como son los aluviales fueron estudiados por Tuesta (2003) al

instalar dicho frijol en un suelo de textura franca de origen aluvial con pH de 7.2 utilizando fertilización fosfopotásica y concluyó que dichos tratamientos no favorecieron estadísticamente el crecimiento de los parámetros morfológicos (altura, diámetro del tallo, tamaño de grano y la biomasa por planta), mientras que en caso del rendimiento se reportó diferencias estadísticas al ser sometidas a la fertilización.

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS INCEPTISOLS

Los suelos categorizados como Inceptisols, están ubicadas en la parte media de las lomas, favorable drenaje, de profundidad moderada con textura media a fina; son formados a partir de arcillolitas, lutitas o arcillitas. Secuencialmente, el perfil presenta el tipo A con un espesor entre 12 a 15 cm, color pardo oscuro, textura franca a franco arcillosa y estructura en bloques subangulares, siendo seguido por el horizonte tipo B de color pardo amarillento, textura franca a franco arcillosa, estructura en bloques subangulares medios moderadamente desarrollados y finalmente el tipo C que es encontrada a 40 cm, con color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura masiva. Se le considera como suelos fuertemente ácidos con bajo contenido de materia orgánica, así como la fertilidad natural (Cortolima, 2005).

Los Inceptisols son suelos con horizontes subsuperficiales aun estando algo desarrollados carecen de rasgos pertenecientes a otros órdenes del suelo. Así por ejemplo están excluidos del orden de los Aridisoles debido al régimen de humedad, del orden de los Vertisoles debido a la carencia de los rasgos vérticos y del orden de los Andisoles por no presentar material parental de origen volcánico. De manera similar, los Mollisoles y los Alfisoles se originan en medios con climas templados y alta precipitación, en caso de climas tropicales y subtropicales se originan suelos Ultisoles y Oxisoles a las cuales se les observa los horizontes mayores desarrollados no pudiendo clasificarlos en los Inceptisoles (Cortolima, 2005).

Los Inceptisoles son suelos de lugares húmedos y subhúmedos que presentan horizontes alterados que perdieron bases o hierro y aluminio, pero

retienen algunos minerales meteorizables. No se observa el horizonte iluvial enriquecido con arcilla silicatada o con una mezcla amorfa de aluminio y carbono orgánico. Los Inceptisoles pueden tener diversos tipos de horizontes, pero se excluyen los horizontes argílico, nátrico, kándico, spódico y óxico (Cortolima, 2005).

2.5.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS INCEPTISOL

Las principales características de los suelos Inceptisol es que son ácidos arcillosos con presencia de arcillas del tipo 1:1 como la caolinita así como arcillas de óxidos e hidróxidos como la gibsita hematita limonita y otros, sin embargo presentan una fuerte acidez con pH ente 3.1 hasta 5.5, y la principal características es que son pobres en bases cambiables como el calcio, magnesio, potasio y sodio, por otro lado el nivel de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio son bajos (Zavala 2000).

2.6. VARIABILIDAD DE SUELOS

Al momento de trabajar con agricultura de precisión, se reporta un problema muy particular que es la variabilidad espacial de las propiedades químicas en los suelos. Autores como Webster (1985), buscó una alternativa de caracterizar la variabilidad del suelo en base a las ideas de Matheron (1963), mediante estudios geoestadísticos que se basan en conceptos de funciones aleatorias, variables regionalizadas y estacionaridad. Bachmeier y Bufo (1992) mencionan que, la teoría de las variables regionalizadas permite medir la dependencia espacial de propiedades del suelo, mediante el cual se pudieran establecer patrones de muestreo y se elaborarían mapas de la variabilidad del suelo. Para Stoyan *et al.* (2000), con la geoestadística se definiría la autocorrelación y uso del conocimiento de la fuerza y la escala para interpolar el valor de las variables en localizaciones no muestreadas empleando el método de kriging, dicho método de interpolación óptimo que usa las combinaciones lineales de las ponderaciones en puntos conocidos para estimar el valor en puntos desconocidos.

De acuerdo al mapeo realizado en los suelos, se ejecutará la efectividad de la agricultura de precisión, dicho mapeo es afectado por la cantidad de muestras, el distanciamiento de los puntos muestreados y el seleccionar un método de interpolación adecuado (Burrough y McDonnell 1998; Kerry y Oliver 2004). Para Fagroud y Van Meirvenne (2002), la heterogeneidad del suelo es una limitante sobre el diseño y el análisis de los experimentos ejecutados en campo o terreno definitivo. Para poder justificar este problema, apareció el diseño en bloques, el análisis de resultados experimentales supone que los residuales de los tratamientos son espacialmente independientes y que, dentro de los bloques, la variación es aleatoria, sin embargo, de acuerdo a la experiencia adquirida no se logra este objetivo por la autocorrelación de las propiedades del suelo, debido a ello es de suma importancia el uso de herramientas proporcionada por la geoestadística con fines de conocer la forma y los tamaños adecuado de la parcela y así recién poder seleccionar el diseño de experimento adecuado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio se ejecutó en predios de las monjitas donde presentan un terreno adecuado para realizar estudios sobre recuperación de suelos y sucesión, dicho medio se localiza en el sector conocido como las Lomas que pertenece al caserío de Buenos Aires que está enmarcado en el distrito de Rupa Rupa de la provincia de Leoncio Prado en la región Huánuco, específicamente el ambiente donde se estableció la parcela experimental correspondían a las coordenadas: 09°16'00" de Latitud Sur y 76° 01' 00" de Longitud Oeste y presentaban una altitud sobre el nivel del mar de 674 m.

A pesar que se tiene reportes sobre la variación de la temperatura desde un 29.4 °C considerado como máximo, 19.2 °C reportado como mínimo y determinado en 23.9 °C como promedio aritmético, en el periodo comprendido con la ejecución de la tesis que fue el segundo semestre del año 2019, se tiene reportes que hubo fluctuaciones de la máxima temperatura desde 29.8 hasta 31.4 °C, mientras que la mínima variaba desde 16.3 hasta los 21.3 °C y presentaban medias mensuales desde 25.2 hasta los 26.2 °C que se reporta para el mes de noviembre. La humedad relativa máxima reportada fue de 86.0% y la precipitación mensual acumulada en mayor medida fue de 275.1 mm reportada para el mes de octubre; en caso de las horas sol, se muestra que el mayor valor se registró en el mes de agosto donde el valor fue de 554.2 horas de sol (Figura 39 de los Anexos).

Debido a que la precipitación promedió anual considerad en Tingo María es 3,629.6 mm, con 88.0% de humedad relativa y adecuándolo de acuerdo al mapa ecológico del Perú (Holdridge 1967), tanto la ciudad de Tingo María como en sus alrededores se encuentran en la formación vegetal considerada como un bosque muy húmedo - premontano tropical (bmh - PT).

Respecto al tipo de suelos donde se estableció la parcela experimental, se ha tenido que muestrear previo al establecimiento y se sometió a su análisis en donde ratificaba lo visto cualitativamente respecto a la calidad del suelo debido a que el nivel de pH fue 4.88, la materia orgánica fue 2.56%, con 0.13% de nitrógeno y elevados niveles de aluminio (Figura 40 del anexo).

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIALES

- Bolsas de polietileno
- Semillas frijol chaucha
- Abono orgánico gallinaza
- Caliza dolomítica
- Roca fosfórica
- Vernier electrónico
- Regla milimetrada
- Balanza de precisión
- Bolsas de papel
- Cámara fotografía
- Receptor GPS

3.2.2. EQUIPOS

- Estufa eléctrica
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Fotómetro de llamas para fósforo
- pH Potenciómetro
- Mufla

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

3.3.1.1. LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL ÁREA

Debido a que el terreno donde se estableció la parcela experimental tenía referencias de haberse cultivado la hoja de coca, motivo por el cual se originó la degradación de los suelos por el mal manejo por parte de los anteriores propietarios, presentaba una pendiente superior a los 20.0%, la cual se delimitó en base al croquis de la parcela, se procedió a la limpieza general de dicha área empleando un machete y también por la facilidad de las labores se utilizó la desbrozadora o motoguadaña, se esperó que se secaran las malezas cortadas por un periodo aproximado de siete días para que acto seguido se delimite la parcela experimental en base al croquis establecido en el proyecto de tesis.

La reparación del área se realizó utilizando azadón ya que no se trató de dejar raíces que salieran y piedras con la finalidad de facilitar la siembra de las semillas y considerar el distanciamiento adecuado, esto se realizó cuando las unidades experimentales se encontraban ya delimitadas utilizando una rafia.

3.3.1.2. RECOLECCIÓN DE INSUMOS

Otra de las actividades en paralelo que se desarrolló estuvo enmarcado en la obtención del estiércol de ganado vacuno que se adquirió mediante la compra de la granja correspondiente a la Facultad de Zootecnia, dicha fuente de materia orgánica se tuvo que colocar bajo techo para que se seque a un aproximado entre un 14.0% a 18.0% de humedad, dicho acondicionamiento pudo facilitar su traslado hacia el terreno definitivo. Para el caso de la gallinaza, se adquirió mediante la compra directa de la ciudad de Tingo María.

3.3.1.3. ANÁLISIS DE LOS INSUMOS Y ENMIENDAS

A las dos fuentes de materia orgánica que se utilizó en el experimento se recogió una muestra trasladándose hacia el laboratorio Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva donde se le realizó el análisis respectivo de los componentes químicos y sus características físicas los cuales se representan en las Figuras 50 del Anexo. Además, en caso de las fuentes de material encalante también se les llevó muestras para su análisis respectivo, siendo los elementos determinados el Ca, CaO y P_2O_5 para la roca fosfórica (Figura 53 del Anexo) y en caso de la dolomita se obtuvo el contenido de Ca, CaO, Mg y MgO (Figura 52 del Anexo).

3.3.1.4. TRATAMIENTOS Y APLICACIÓN DE LOS MISMOS

Los tratamientos en estudio se generaron al considerar dos factores, los cuales fueron:

Factor A: Fuentes de materia orgánica.

a_1 = Gallinaza (G)

a_2 = Estiércol de vacuno (EV)

Los dos niveles del factor A consideraron la aplicación de 0 y 20 toneladas por hectáreas.

Factor B: Fuentes de material encalante

b_1 = Roca Fosfórica (RF)

b_2 = Dolomita (D)

Los dos niveles del factor B consideraron la aplicación de 2.0 y 4.0 toneladas por hectáreas; además, se incluyó una dosificación de 0.0 para considerarlo como testigo o control. Las combinaciones o tratamientos generados fueron 15 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos en estudio.

Clave	Trat.	Componentes en estudio
01	T ₁	Sin materia orgánica ni material encalante
02	T ₂	Sin materia orgánica + 2 tn/ha de roca fosfórica
03	T ₃	Sin materia orgánica + 4 tn/ha de roca fosfórica
04	T ₄	Sin materia orgánica + 2 tn/ha de dolomita
05	T ₅	Sin materia orgánica + 4 tn/ha de dolomita
06	T ₆	20 tn/ha de gallinaza sin material encalante
07	T ₇	20 tn/ha de gallinaza + 2 tn/ha de roca fosfórica
08	T ₈	20 tn/ha de gallinaza + 4 tn/ha de roca fosfórica
09	T ₉	20 tn/ha de gallinaza + 2 tn/ha de dolomita
10	T ₁₀	20 tn/ha de gallinaza + 4 tn/ha de dolomita
11	T ₁₁	20 tn/ha de estiércol de vacuno sin material encalante
12	T ₁₂	20 tn/ha de estiércol de vacuno + 2 tn/ha de roca fosfórica
13	T ₁₃	20 tn/ha de estiércol de vacuno + 4 tn/ha de roca fosfórica
14	T ₁₄	20 tn/ha de estiércol de vacuno + 2 tn/ha de dolomita
15	T ₁₅	20 tn/ha de estiércol de vacuno + 4 tn/ha de dolomita

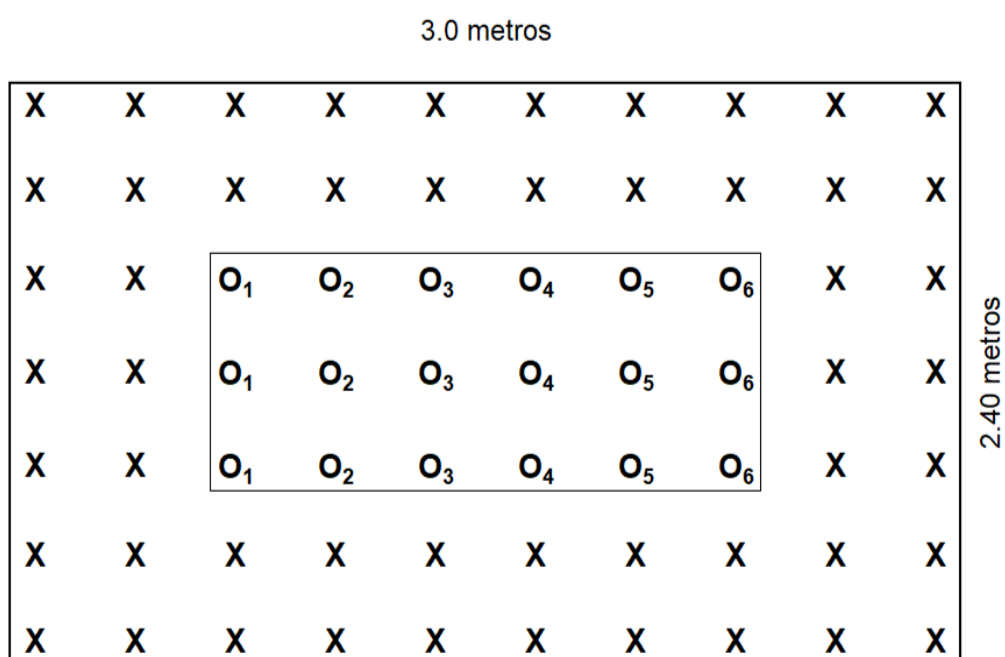


Figura 1. Esquema de una unidad experimental.

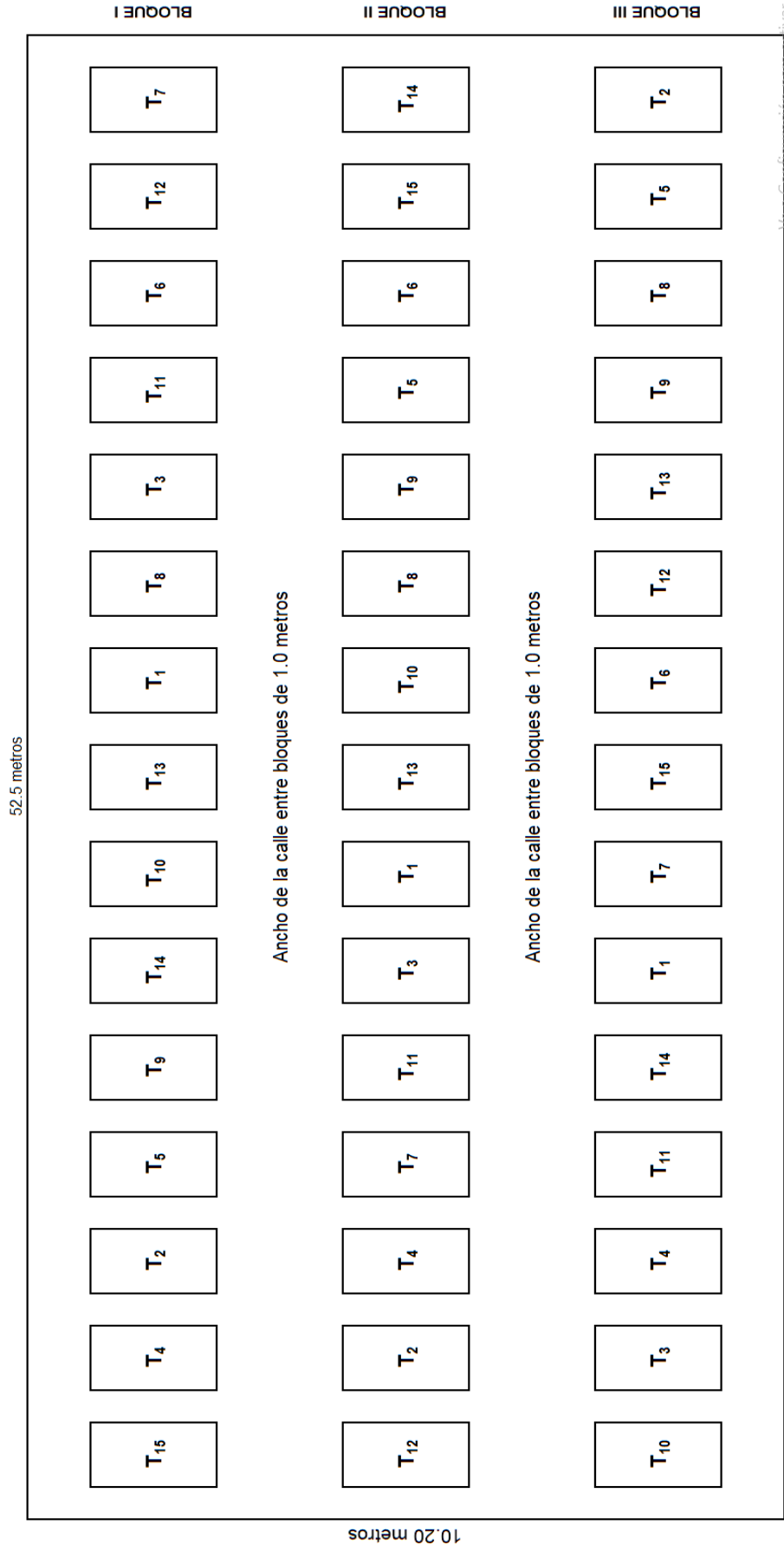


Figura 2. Croquis de la parcela experimental.

El experimento se desarrolló bajo el diseño en bloque completo al azar con 15 tratamientos distribuidos en cada bloque de los tres establecidos.

Las dimensiones de la parcela experimental fueron las siguientes:

- Longitud del bloque : 52.5 m.
- Ancho de los bloques : 3 m.
- Área total del bloque : 126 m²
- Cantidad de bloques : 3
- Longitudes de las unidades experimentales : 3.0 m.
- Ancho de las unidades experimentales : 2.4 m.
- Área total de las unidades experimentales : 7.2 m²
- Número total de unidades experimentales : 45
- Longitud de la parcela neta : 52.5 m.
- Ancho de la parcela neta : 10.2 m.
- Área total de la parcela neta : 535.5 m²
- Cantidad de plantas por unidad experimental : 70
- Cantidad de plantas por parcela neta : 18

Para realizar la aplicación de las combinaciones entre las fuentes de la materia orgánica con el material encalante, se prosiguió realizar los cálculos y mezclándolos en una mantada ya sea la gallinaza con la dolomita o la roca fosfórica, de manera similar también se realizó las mezclas del estiércol de vacuno con las dosis de los encalantes; una vez mezclados los factores en estudio, se le aplicó al voleo de acuerdo al croquis establecido y con un azadón se tuvo que mezclar y se le dejó por un periodo de 15 días para que puedan distribuirse los elementos contenidos en los abonos y encalantes.

3.3.1.5. SIEMBRA DEL FRIJOL

Se utilizó un caballete de madera para demarcar la orientación de las curvas a nivel debido a que la parcela experimental se encontraba en una pendiente, se utilizó las semillas del frijol chaucha y el distanciamiento que se consideró fue de 40 cm entre surco y 30 cm entre plantas, colocando 4 semillas, en esta actividad se aperturaba un hoyo empelando un tacarpo y otra persona proseguía colocando las semillas y lo tapaba ligeramente. Una vez que inició la germinación de las semillas, se procedió a eliminar una plántula de cada hoyo contenido cuatro plántulas para homogenizar el tamaño de las mismas y se puedan disminuir la variabilidad de los datos.

3.3.1.6. DESHIERBO Y APORQUE

Posterior a la emergencia de las plántulas, se procedió a realizar el desmalezado permanente de acuerdo a la necesidad del cultivo, además, se realizó el aporque respectivo con fines de fortalecer el tallo y proteger el sistema radicular de las plantas.

3.3.1.7. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se realizó aplicaciones de un fungicida como actividad preventiva para que las plantas no sufran el ataque de chupadera, rhizoctonia, y otros o plagas. Aunque se realizó dicha actividad, se observó en algunas plantas la pérdida de hojas y frutos a causa de un hongo.

3.3.1.8. VARIABLES EVALUADAS

Altura de la planta del frijol. La altura de la planta se ha medido a los 90 días después de la siembra para esto se contó con la ayuda de una regla milimetrada, dicha dimensión se registró desde el cuello hasta el ápice de la planta, siendo medidas las 18 plantas netas por unidades experimentales.

Diámetro del tallo del frijol. Para el diámetro de la planta se consideró la medida a los 90 días posteriores a la siembra realizándose con la ayuda de un vernier electrónico, dicha medición se ha tenido que realizar a la altura de 5 cm del cuello de la planta utilizando como unidad de medida el milímetro.

Materia seca del frijol. Se realizó una extracción de la planta al final de las mediciones de las demás variables, posteriormente se le trasladó al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, dichas muestras fueron rotuladas y codificadas para que posteriormente se les colocara en la estufa eléctrica a una temperatura de 75 °C por un periodo de 48 horas para eliminar el agua de los tejidos de la planta, transcurrido dicho tiempo se utilizó una balanza de precisión para obtener el peso seco total, dicho resultado se tuvo que dividir entre la cantidad de plantas que había por fila para obtener al final el valor de la biomasa por planta al cual se le realizó el análisis respectivo.

3.3.1.9. ANÁLISIS DE LOS DATOS

La variable respuesta o las variables medidas de las plantas del frijol estuvieron expresadas matemáticamente por el modelo de la forma:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta observada en la ijk -ésimo unidad experimental (altura, diámetro y biomasa).

μ = Media general

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor "A" (fuentes de materia orgánica).

β_j = Efecto del J -ésimo nivel del factor "B" (fuentes de material encalante).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor "A" y el i-ésimo nivel del factor "A".

γ_k = Efecto del k-ésimo bloque generada por la pendiente del terreno.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

Debido a que el diseño empleado para la ejecución del experimento fue en bloque completo al azar, y con la finalidad de contrastar hipótesis se utilizó una herramienta estadística denominada análisis de la varianza (ANVA o ANOVA) donde como fuentes de variación incluyó a cada uno de los componentes del modelo matemático explicado en el párrafo anterior (Cuadro 6).

Cuadro 6. esquema del análisis de la varianza.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)
Bloque	2
Fuentes de materia orgánica (A)	2
Fuentes de material encalante (B)	4
Interacción de A x B	8
Error experimental	27
Total	43

Las hipótesis consideradas para contrastar en cada variable por intermedio del ANVA fueron expresadas de la siguiente manera:

Para los bloques instalados:

H_0 : Los bloques instalados tuvieron efectos iguales sobre la variable observada.

H₁: Al menos uno de los bloques instalados tuvo efectos diferentes sobre la variable observada.

Para los efectos principales de cada factor:

H₀: Los niveles del factor A (fuentes de materia orgánica) tuvieron efectos iguales sobre la variable observada.

H₁: Al menos uno de los niveles del factor A (fuentes de materia orgánica) tuvo efectos iguales sobre la variable observada.

H₀: Los niveles del factor B (fuentes de material encalante) tuvieron efectos iguales sobre la variable observada.

H₁: Al menos uno de los niveles del factor A (fuentes de material encalante) tuvo efectos iguales sobre la variable observada.

Para la interacción de los factores:

H₀: No existe interacción entre los niveles del factor A (fuentes de material encalante) con los niveles del factor B (fuentes de material encalante).

H₁: Existe interacción entre los niveles del factor A (fuentes de material encalante) con los niveles del factor B (fuentes de material encalante).

Una vez que se encontraba significancia estadística en el análisis de la varianza, se procedió a identificar el o los niveles que presentaron mayor y menor efecto sobre las variables medidas, esto no se pudo lograr sin el uso de la herramienta estadística denominada prueba de Duncan a un nivel de confianza del 95%, en donde se agrupó a los niveles de los factores que presentaban significancia estadística en subconjuntos expresados por letras.

3.3.2. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

Una vez completado el ciclo fisiológico del frijol, y cuando la planta presenta coloración verde amarillento, con desarrollo de vainas se procedió a la cosecha de toda la parcela, se hizo secar y se trilló para determinar el rendimiento de cosecha por planta de cada tratamiento, se pesó en seco los granos.

Los valores correspondientes a la cosecha de las plantas del frijol fueron considerados como rendimiento de la producción y se tuvo que pesar los granos secos y para analizar los datos se ha tenido que utilizar la unidad de medida en gramos.

Los datos fueron analizados mediante el análisis de la varianza y la comparación de medias se realizó para los niveles de cada factor mediante la prueba de comparación de medias de Duncan.

3.3.3. LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS

3.3.3.1. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Para alcanzar este objetivo se ha realizado el muestreo de suelos en dos etapas, la primera fue cuando se establecía la parcela experimental, mientras que la segunda estuvo demarcada por la etapa final del experimento.

La primera actividad para el análisis de las propiedades físicas y químicas de los suelos, se procedió al realizar un muestreo hasta una profundidad de 20 cm desde la superficie, la metodología empleada consistió en recurrir siguiendo una proyección en zig-zag donde en cada cierta distancia se introdujo un tubo metálico tomando hasta 25 submuestras que acumuló a

una muestra de 1.0 kg aproximadamente, dicha muestra fue trasladado a ser secado bajo techo, seguidamente se le trasladó al laboratorio de suelos para su análisis respectivo. El muestreo se volvió a repetir cuando se culminó la fase de campo, pero se realizó el muestreo por cada unidad experimental para obtener muestras correspondientes a cada tratamiento en estudio. Se realizó un muestreo de las unidades experimentales para conocer el valor de las propiedades químicas del suelo, las muestras se llevaron al laboratorio para su procedimiento respectivo, siendo las propiedades obtenidas las siguientes:

- La materia orgánica obtenida mediante el método de Walkley y Black
- Reacción del suelo (pH) mediante el método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
- El nitrógeno total fue calculado en base a la proporción de la materia orgánica, mediante la expresión $\% \text{ M.O.} \times 0.045$
- Fósforo disponible determinado por el método de Olsen Modificado, con el uso de extracto NaHCO_3 en 0.5 M a un pH de 8.5
- Potasio disponible determinado por el método del Ácido sulfúrico 6N
- El calcio (Ca) determinado por la absorción atómica
- El magnesio (Mg) obtenido por absorción atómica
- El potasio (K) determinado por absorción atómica
- Los elementos como el aluminio y el hidrógeno fueron obtenidos mediante el método de Yuan.

3.3.3.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

Densidad aparente. En caso de las características físicas, se procedió a obtener los valores de la densidad aparente del suelo, para esto, se realizó puntos de muestreo en cada unidad experimental,

prosiguiendo el método modificado de Porta *et al.* (1999), se ha tenido que utilizar cilindros metálicos con dimensiones de 5.0 cm de longitud y 2.0 cm de radio, se le ha tenido que extraer los cilindros contenidos con muestras de suelo y se trasladaron al laboratorio de suelos en donde se le determinó el peso fresco de cada muestra para luego colocarle su código respectivo que finalmente se le llevó a la estufa eléctrica a una temperatura de 105 °C por un periodo de 72 horas, transcurrido dicho periodo de tiempo, se sacó de la estufa y se volvió a pesar los cilindros. La fórmula empleada para determinar la densidad aparente fue la siguiente:

$$DA(\text{g/cm}^3) = \text{PSSE}/\text{VC}$$

Siendo:

DA (g/cm³) = Densidad aparente expresada en gramos sobre centímetros cúbicos.

PSSE = Peso de suelo seco a estufa del suelo dentro del cilindro

VC = Volumen del cilindro (constante)

La textura del suelo. Propiedad determinada mediante el método del hidrómetro de Bouyoucos.

3.3.3.3. ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos, se presentó primero un cuadro de los estadísticos descriptivos, luego se contrastó las hipótesis mediante la herramienta análisis de la varianza y en caso de encontrar significancia se procedió a la comparación de medias mediante la prueba de Duncan, para que posteriormente se le interprete y grafique de acuerdo a cada uno de los objetivos. En el caso de las propiedades del suelo, se realizó una interpretación exploratoria debido a que no hubo repetición de los análisis.

IV. RESULTADOS

4.1. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

4.1.1. ALTURA TOTAL

En el análisis descriptivo respecto a la altura total de las plantas de frijol, se muestra que los mayores promedios se observaron al aplicar la gallinaza mezclada con dolomita y también cuando se realizaba la mezcla con roca fosfórica, en cada mezcla se utilizaba la proporción de 2 toneladas por hectárea con promedios de 51.62 cm y 50.77 cm respectivamente, mientras que al no utilizar ninguna fuente de materia orgánica ni material encalante, se reportó el menor promedio de la altura total con un valor de 29.12 cm, muy cerca a estos valores se encontraban el uso de 2 toneladas de dolomita y la aplicación también de 2.0 toneladas de roca fosfórica con medias de 30.04 cm y 30.05 cm respectivamente. En caso de aplicar el estiércol de vacuno, se reportó valores intermedios respecto a la variable mencionada, lo que ratifica la importancia de aplicar una fuente de materia orgánica en un suelo degradado para mejorar el aporte de nutrientes (Cuadro 7).

Respecto a la variabilidad de los datos que se consideraron en base a los bloques establecidos en la parcela experimental, se obtuvo que los datos más variables estuvieron representados por la combinación generada al aplicar la gallinaza como fuente de materia orgánica combinada con el uso de la roca fosfórica como encalante, ambos niveles se utilizaron en dosis de 2.0 toneladas por hectárea que repercutieron en un 17.14% del coeficiente de variación, además, se encontró que al no utilizar fuente de materia orgánica alguna y solamente utilizando 2.0 toneladas de dolomita como material encalante se reportó alta variabilidad de los datos. La menor variabilidad de los datos se encontró en varias combinaciones estudiadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Materia orgánica (tn/ha)	Material encalante (tn/ha)	Media	DE	N	CV(%)
Ninguno	Ninguno	29.12	3.32	3	11.41
	2 Roca fosfórica	30.05	1.25	3	4.16
	4 Roca fosfórica	33.99	3.83	3	11.26
	2 Dolomita	30.04	7.21	3	23.99
	4 Dolomita	30.89	2.20	3	7.12
Gallinaza	Ninguno	47.90	5.12	3	10.69
	2 Roca fosfórica	50.77	8.70	3	17.14
	4 Roca fosfórica	49.78	1.61	3	3.23
	2 Dolomita	51.62	1.72	3	3.32
	4 Dolomita	49.38	2.67	3	5.41
Estiércol de vacuno	Ninguno	38.92	5.46	3	14.02
	2 Roca fosfórica	39.01	5.46	3	14.00
	4 Roca fosfórica	44.77	3.69	3	8.23
	2 Dolomita	45.55	3.14	3	6.89
	4 Dolomita	36.73	1.42	3	3.88

DE: Desviación estándar, N: Número de bloques; CV: Coeficiente de variación.

Los bloques que fueron establecidos en base a la ubicación de la pendiente del terreno afectaron de manera significativa a la altura total de las plantas de frijol, de manera similar, se determinó que la aplicación de las fuentes de materia orgánica presentaron efectos estadísticos sobre la variable mencionada; para el caso de la aplicación del material encalante, no se reportó diferencias estadísticas significativas y tampoco se logró encontrar interacción estadística entre los niveles de cada factor en estudio. Considerando la medida de dispersión, se tiene que los datos obtenidos en las unidades experimentales fueron muy homogéneos en base al coeficiente de variación (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANVA para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloque	205.984	2	102.992	7.798	0.002 ^{AS}
Fuentes de materia orgánica (A)	2574.950	2	1287.475	97.481	<0.001 ^{AS}
Fuentes de material encalante (B)	130.406	4	32.601	2.468	0.069 ^{NS}
Interacción de A x B	113.547	8	14.193	1.075	0.409 ^{NS}
Error experimental	356.602	27	13.207		
Total	3449.643	43			

CV: 8.91%; AS: Significativo al 99.0% de confiabilidad; NS: No presenta significancia estadística.

En el análisis de los efectos principales respecto al primer factor en estudio, se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que al menos uno de los niveles de dicho factor reportó mayores efectos sobre la altura total de las plantas del frijol. Con la prueba de comparación de medias de Duncan, se determinó que la aplicación de la gallinaza en dosis de 2.0 tn/ha favoreció de manera significativa sobre la altura total de las plantas, siendo este nivel del factor superior estadísticamente al uso de estiércol de vacuno que registró una media de 40.99 cm, mientras que las menores dimensiones se observaron en las plantas que no recibieron abono orgánico con una media que solamente alcanzó los 30.81 cm y fue estadísticamente diferentes a los demás niveles (Cuadro 9 y Figura 3).

Cuadro 9. Prueba Duncan para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

Fuentes de materia orgánica (tn/ha)	N	Media (cm)	Subconjunto
Gallinaza	15	49.89	a
Estiércol de vacuno	15	40.99	b
Ninguno	15	30.81	c

Letras diferentes demuestran diferencias estadísticas significativas.

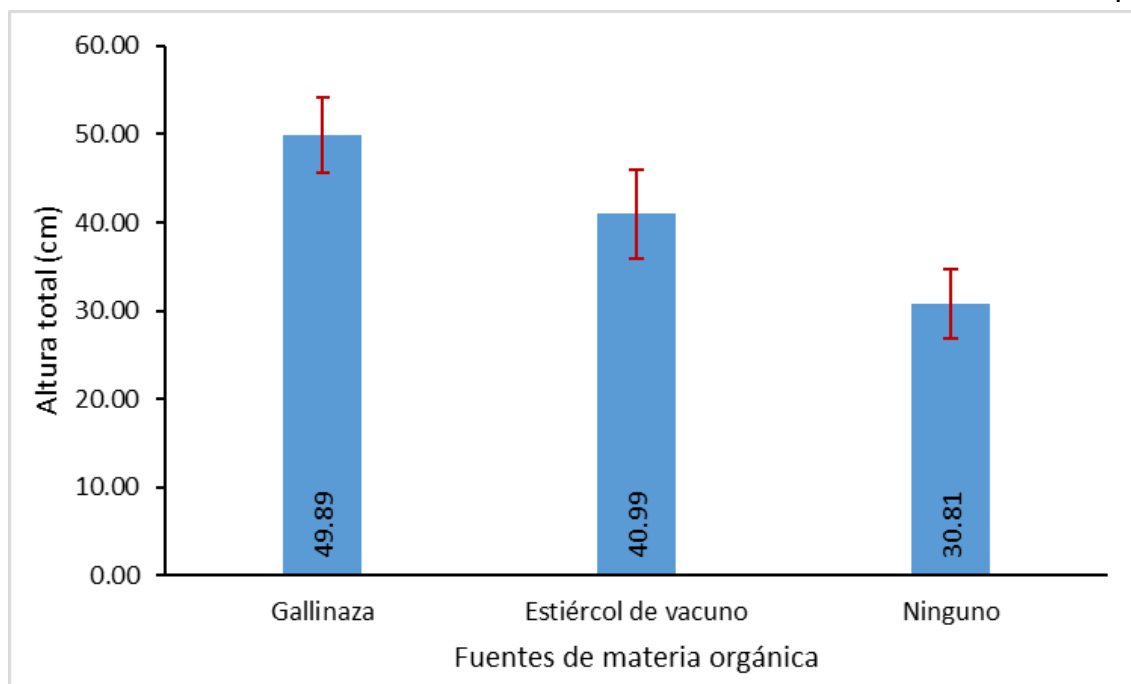


Figura 3. Altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

En el análisis de los efectos principales respecto al segundo factor, no se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que todos los niveles de dicho factor presentaron similares efectos en la altura total de las plantas del frijol. Numéricamente, se observa que hubo mayor promedio (42.84 cm) al utilizar la roca fosfórica en dosis de 4.0 tn/ha y el menor valor se observó en el testigo (Cuadro 10 y Figura 4).

Cuadro 10. Prueba Duncan para la altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

Fuentes de material encalante (tn/ha)	N	Media (cm)	Subconjunto
4 tn/ha RF	9	42.84	a
2 tn/ha Dol	9	42.41	a
4 tn/ha Dol	9	40.01	a
2 tn/ha RF	9	39.94	a
Ninguno	9	38.64	a

Letras iguales demuestran que no hay efectos estadísticos significativos.

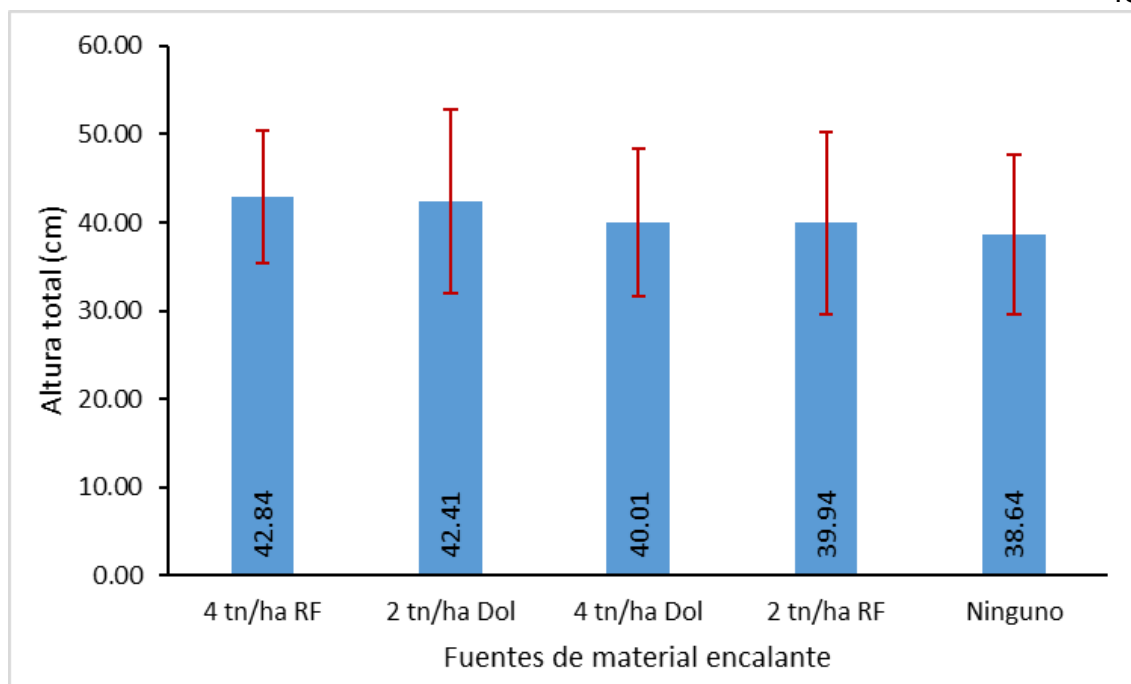


Figura 4. Altura total en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

4.1.2. DIÁMETRO DEL TALLO

En el análisis descriptivo respecto al diámetro del tallo en las plantas de frijol, se observa que los mayores promedios se obtuvieron al aplicar la gallinaza mezclada con roca fosfórica en dosis de 2.0 y 4.0 toneladas por hectárea con promedios de 6.76 y 6.32 mm respectivamente, mientras que al no utilizar ninguna fuente de materia orgánica y solamente utilizando dolomita como material encalante se encontró el menor promedio con un valor de 3.71 mm. Al utilizar el estiércol de vacuno, se reportó valores intermedios respecto a la variable mencionada (Cuadro 11).

Respecto a la variabilidad de los datos que se consideraron en base a los bloques establecidos en la parcela experimental, se obtuvo que los datos más variables estuvieron representados por la combinación generada al no utilizar fuente de materia orgánica y solamente utilizada la dolomita en dosis de 4.0 toneladas por hectárea como material encalante que alcanzó 17.70% del coeficiente de variación, la menor variabilidad de los datos se encontró al utilizar solamente 2.0 toneladas por hectárea de roca fosfórica (Cuadro 11).

Cuadro 11. Estadísticos descriptivos para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Materia orgánica (tn/ha)	Material encalante (tn/ha)	Media	DE	N	CV(%)
Ninguno	Ninguno	4.05	0.46	3	11.40
	2 Roca fosfórica	3.84	0.09	3	2.37
	4 Roca fosfórica	4.77	0.72	3	15.16
	2 Dolomita	3.99	0.60	3	15.07
	4 Dolomita	3.71	0.66	3	17.70
Gallinaza	Ninguno	6.19	0.33	3	5.36
	2 Roca fosfórica	6.76	0.47	3	6.94
	4 Roca fosfórica	6.32	0.57	3	8.99
	2 Dolomita	6.05	0.27	3	4.50
	4 Dolomita	5.84	0.60	3	10.27
Estiércol de vacuno	Ninguno	5.16	0.15	3	2.92
	2 Roca fosfórica	4.86	0.38	3	7.87
	4 Roca fosfórica	5.52	0.49	3	8.82
	2 Dolomita	5.76	0.19	3	3.35
	4 Dolomita	5.13	0.49	3	9.65

DE: Desviación estándar, N: Número de bloques; CV: Coeficiente de variación.

Los bloques establecidos dentro de la parcela experimental que se hicieron en base a la ubicación de la pendiente del terreno no afectaron de manera significativa al diámetro del tallo en las plantas de frijol, de manera contraria, se observó que la aplicación de las fuentes de materia orgánica afectaron de manera altamente significativa al diámetro del tallo en el frijol; para el caso de la aplicación del material encalante utilizado, no se reportó diferencias estadísticas significativas y tampoco se logró encontrar interacción estadística entre los niveles de cada factor en estudio. Considerando la medida de dispersión de las observaciones, se tiene que los datos obtenidos en las

unidades experimentales fueron muy homogéneos en base al coeficiente de variación que fue 8.98% (Cuadro 12).

Cuadro 12. ANVA para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloque	0.522	2	0.261	1.199	0.317 ^{NS}
Fuentes de materia orgánica (A)	35.159	2	17.579	80.674	<0.001 ^{AS}
Fuentes de material encalante (B)	1.978	4	0.494	2.269	0.087 ^{NS}
Interacción de A x B	3.018	8	0.377	1.731	0.135 ^{NS}
Error experimental	6.101	28	0.218		
Total	46.779	44			

CV: 8.98%; AS: Significativo al 99.0% de confiabilidad; NS: No presenta significancia estadística.

En el análisis de los efectos principales de las fuentes de materia orgánica registró diferencias estadísticas significativas ratificando que al menos uno de los niveles de dicho factor reportó mayores efectos sobre el diámetro del tallo. Con la prueba de Duncan, se reporta que la aplicación de la gallinaza en dosis de 2.0 tn/ha favoreció de manera significativa en el diámetro del tallo, siendo este nivel del factor superior estadísticamente al uso de estiércol de vacuno que registró una media de 5.28 mm, mientras que el menor promedio se reportó en las plantas que no recibieron abono orgánico con una media de 4.07 mm (Cuadro 13 y Figura 5).

Cuadro 13. Prueba Duncan para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

Fuentes de materia orgánica (Tn/ha)	N	Media (mm)	Subconjunto
Gallinaza	15	6.23	a
Estiércol de vacuno	15	5.28	b
Ninguno	15	4.07	c

Letras diferentes demuestran diferencias estadísticas significativas.

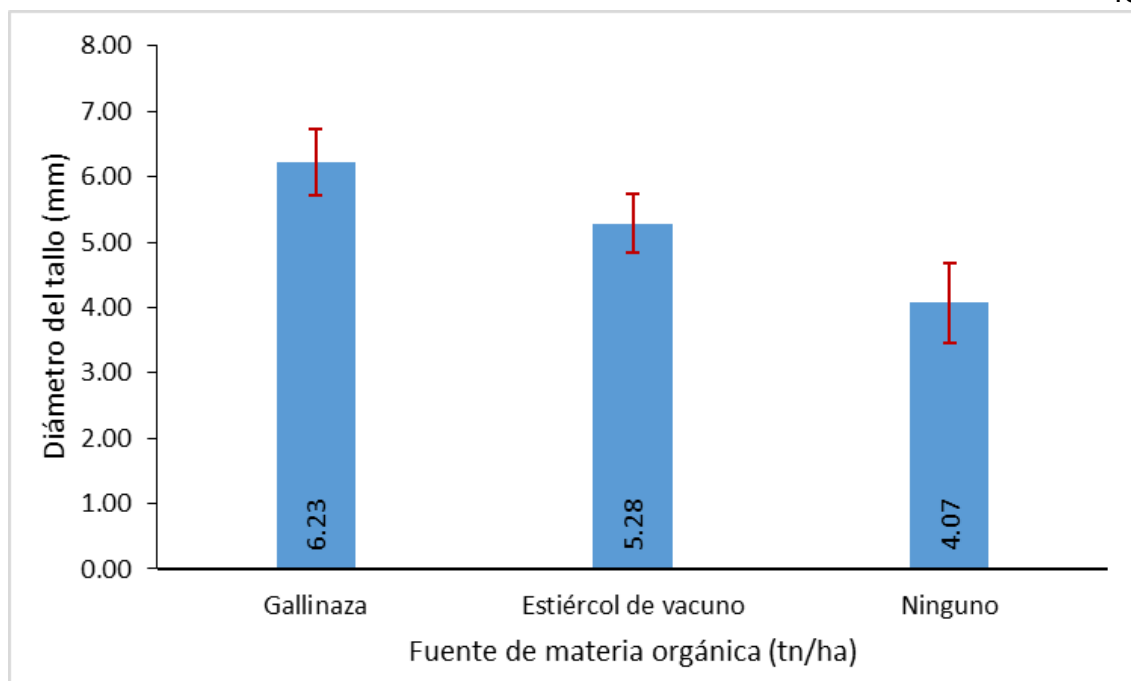


Figura 5. Diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

En el análisis de los efectos principales respecto al segundo factor, no se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que todos los niveles de dicho factor presentaron similares efectos en el diámetro del tallo en el frijol. Numéricamente, se observa que hubo mayor promedio (5.54 mm) al utilizar la roca fosfórica en dosis de 4.0 tn/ha y el menor valor se observó en 4 tn de dolomita (Cuadro 14 y Figura 6).

Cuadro 14. Prueba Duncan para el diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

Fuentes de material encalante (tn/ha)	N	Media (mm)	Subconjunto
4 tn/ha RF	9	5.54	a
2 tn/ha Dol	9	5.27	a
2 tn/ha RF	9	5.15	a
Ninguno	9	5.13	a
4 tn/ha Dol	9	4.89	a

Letras diferentes demuestran que no hay efectos estadísticos significativos.

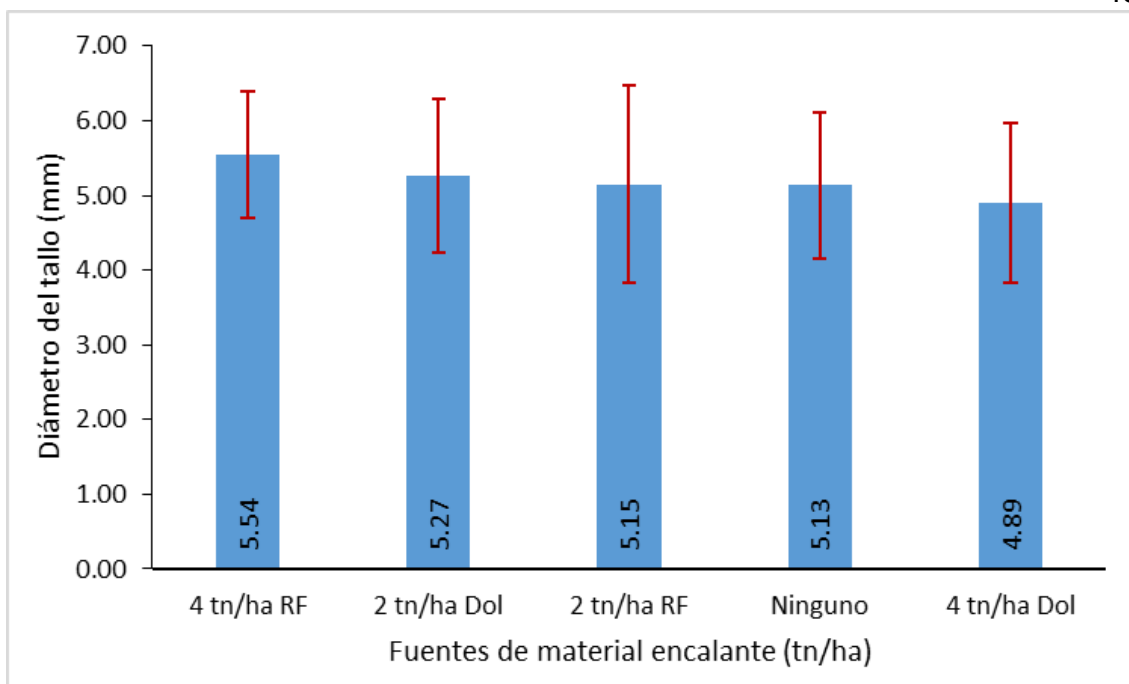


Figura 6. Diámetro del tallo en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

4.1.3. MATERIA SECA O BIOMASA

En el análisis descriptivo respecto a la materia seca o biomasa de las plantas de frijol, se tiene que los mayores promedios se observaron al aplicar la gallinaza como fuente de materia orgánica sin mezcla y también mezclada con 2.0 toneladas de roca fosfórica que presentaron 32.67 g para ambas combinaciones, los menores valores se encontraron cuando no se utilizó fuente de materia orgánica ni algún material encalante repercutiendo en una media de 14.09 g (Cuadro 15).

Respecto a la variabilidad de los datos que se consideraron en base a los bloques establecidos en la parcela experimental, se obtuvo que los datos más variables estuvieron representados por la combinación generada al aplicar la gallinaza como fuente de materia orgánica combinada con el uso de la dolomita como material encalante en dosis de 4.0 toneladas por hectárea, que repercutieron en datos muy variables ($CV = 51.59\%$), además, los datos más homogéneos estuvo al utilizar 4.0 toneladas por hectárea de roca fosfórica y con el mismo fuente de materia orgánica con un valor de 6.33% (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estadísticos descriptivos para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Materia orgánica (tn/ha)	Material encalante (tn/ha)	Media	DE	N	CV(%)
Ninguno	Ninguno	14.09	1.11	3	7.86
	2 tn/ha RF	14.72	2.72	3	18.45
	4 tn/ha RF	19.78	5.41	3	27.36
	2 tn/ha Dol	15.25	3.16	3	20.71
	4 tn/ha Dol	15.12	3.40	3	22.49
Gallinaza	Ninguno	32.67	6.90	3	21.11
	2 tn/ha RF	32.67	8.56	3	26.19
	4 tn/ha RF	29.51	1.87	3	6.33
	2 tn/ha Dol	30.69	9.97	3	32.49
	4 tn/ha Dol	24.87	12.83	3	51.59
Estiércol de vacuno	Ninguno	20.37	3.12	3	15.29
	2 tn/ha RF	21.31	6.61	3	31.03
	4 tn/ha RF	19.60	2.03	3	10.36
	2 tn/ha Dol	24.88	2.47	3	9.94
	4 tn/ha Dol	20.04	3.07	3	15.32

DE: Desviación estándar, N: Número de bloques; CV: Coeficiente de variación.

Los bloques establecidos paralelo a la pendiente del terreno no afectaron de manera significativa la biomasa alcanzada por las plantas de frijol, de manera contraria, se determinó que la aplicación de las fuentes de materia orgánica presentaron efectos estadísticos significativos sobre la variable mencionada; para el caso de la aplicación del material encalante, no se reportó diferencias estadísticas significativas y tampoco se logró encontrar interacción estadística entre los niveles de cada factor en estudio. Considerando la medida de dispersión, se tiene que los datos obtenidos en las unidades experimentales fueron variables en base al coeficiente de variación (Cuadro 16).

Cuadro 16. ANVA para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloque	150.847	2	75.424	2.370	0.112 ^{NS}
Fuentes de materia orgánica (A)	1559.816	2	779.908	24.511	<0.001 ^{AS}
Fuentes de material encalante (B)	69.662	4	17.416	0.547	0.702 ^{NS}
Interacción de A x B	170.765	8	21.346	0.671	0.713 ^{NS}
Error experimental	890.926	28	31.819		
Total	2842.016	44			

CV: 25.21%; AS: Significativo al 99.0% de confiabilidad; NS: No presenta significancia estadística.

En el análisis de los efectos principales, se registró diferencias estadísticas significativas en el factor fuentes de la materia orgánica, donde se tiene que al menos uno de los niveles de dicho factor reportó mayores efectos sobre la biomasa de las plantas. Con la prueba de Duncan, se encontró que la aplicación de la gallinaza en dosis de 2.0 tn/ha favoreció de manera significativa con una media de 30.08 g, siendo este nivel del factor superior estadísticamente al uso de estiércol de vacuno que registró una media de 21.24 g, mientras que la menor masa se observó en las plantas que no tuvieron fuente de abono orgánico alguna con una media que solamente alcanzó los 15.79 g y fue estadísticamente diferente a los demás niveles del factor en estudio (Cuadro 17 y Figura 7).

Cuadro 17. Prueba Duncan para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

Fuentes de materia orgánica (A)	N	Media (g)	Subconjunto
Gallinaza	15	30.08	a
Estiércol de vacuno	15	21.24	b
Ninguno	15	15.79	c

Letras diferentes demuestran diferencias estadísticas significativas.

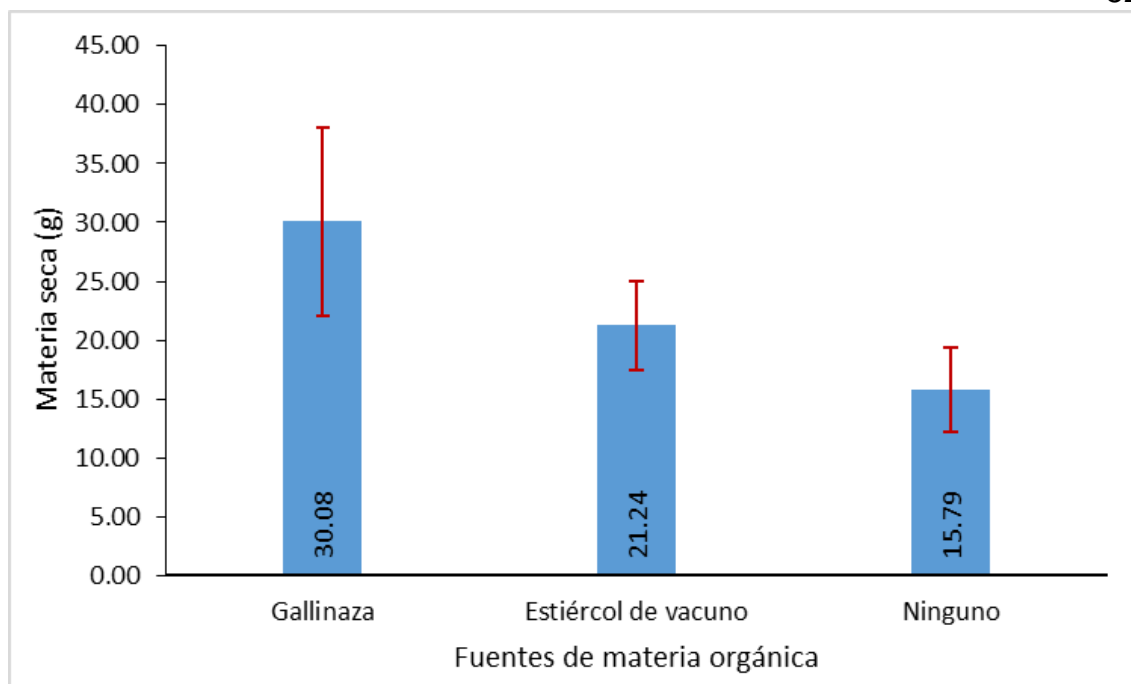


Figura 7. Materia seca en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

En el análisis de los efectos principales respecto al segundo factor, no se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que todos los niveles de dicho factor presentaron similares efectos en la biomasa de las plantas del frijol. Numéricamente, se observa que hubo mayor promedio (23.61 g) al utilizar dolomita en dosis de 2.0 tn/ha y el menor valor se observó en 4 tn de dolomita (Cuadro 18 y Figura 8).

Cuadro 18. Prueba Duncan para la biomasa en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

Fuentes de material encalante (B)	N	Media (g)	Subconjunto
2 tn/ha Dol	9	23.61	a
4 tn/ha RF	9	22.96	a
2 tn/ha RF	9	22.90	a
Ninguno	9	22.38	a
4 tn/ha Dol	9	20.01	a

Letras diferentes demuestran que no hay efectos estadísticos significativos.

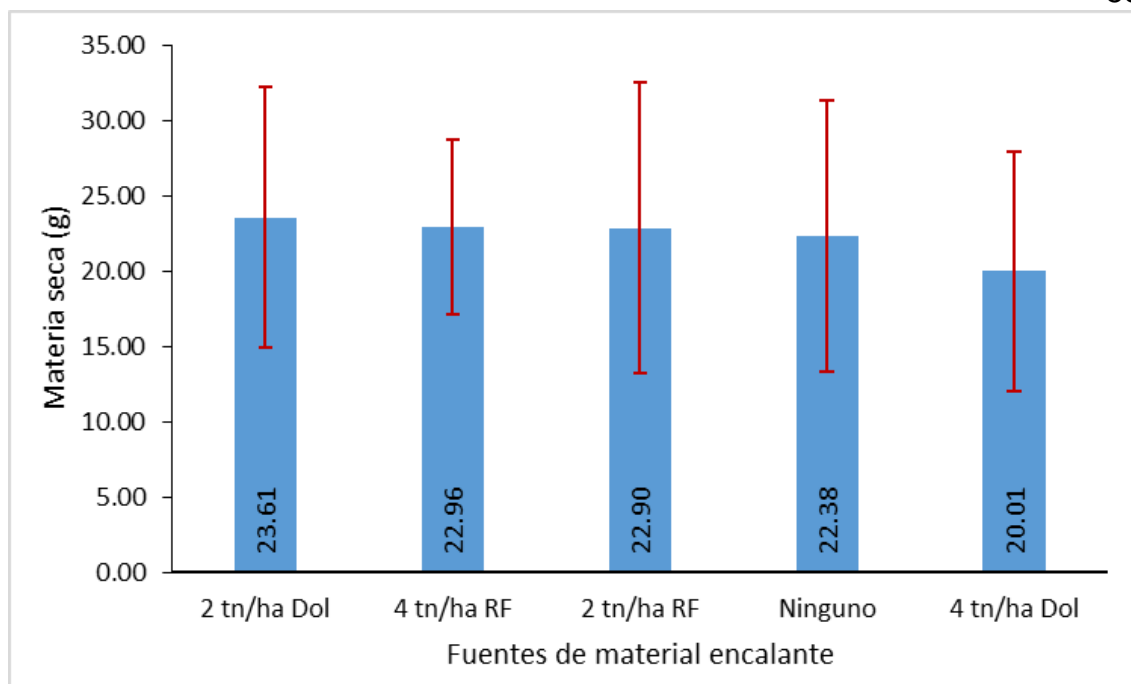


Figura 8. Materia seca en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

4.2. EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

En el análisis descriptivo respecto al rendimiento de las plantas de frijol, se muestra que los mayores promedios se observaron al aplicar la gallinaza mezclada con dolomita en dosis de 2.0 y 4.0 toneladas por hectárea repercutiendo en 171.47 y 167.80 g respectivamente, en caso del menor promedio del rendimiento se encontró en las plantas que se sembraron en los suelos degradados, pero sin ninguna aplicación de materia orgánica ni de material encalante con un valor de 28.38 g (Cuadro 19).

Respecto a la variabilidad de los datos que se consideraron en base a los bloques establecidos dentro de la parcela experimental, se observó en los suelos donde no se aplicó fuente de materia orgánica, pero si se utilizó 2.0 toneladas por hectárea de dolomita como material encalante donde el coeficiente de variación fue 54.16%. La menor variabilidad de los datos se encontró en la combinación generada entre el estiércol de vacuno añadiéndose 2.0 toneladas de dolomita con un valor de 2.34% (Cuadro 19).

Cuadro 19. Estadísticos descriptivos para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Materia orgánica (tn/ha)	Material encalante (tn/ha)	Media	DE	N	CV(%)
Ninguno	Ninguno	28.38	14.40	3	50.74
	2 tn/ha RF	47.25	18.95	3	40.12
	4 tn/ha RF	54.97	10.84	3	19.72
	2 tn/ha Dol	30.40	16.47	3	54.16
	4 tn/ha Dol	33.29	13.99	3	42.03
Gallinaza	Ninguno	134.25	33.55	3	24.99
	2 tn/ha RF	159.09	7.65	3	4.81
	4 tn/ha RF	162.10	8.47	3	5.23
	2 tn/ha Dol	171.47	20.57	3	11.99
	4 tn/ha Dol	167.80	8.46	3	5.04
Estiércol de vacuno	Ninguno	109.96	37.63	3	34.22
	2 tn/ha RF	124.48	36.56	3	29.37
	4 tn/ha RF	133.90	35.25	3	26.33
	2 tn/ha Dol	125.87	2.94	3	2.34
	4 tn/ha Dol	133.39	4.27	3	3.20

DE: Desviación estándar, N: Número de bloques; CV: Coeficiente de variación.

En el análisis de la varianza, se determinó que los bloques que fueron establecidos basándose en la gradiente de la pendiente del terreno afectaron de manera significativa al rendimiento de la producción del frijol, de igual manera, se encontró que el uso de las fuentes de materia orgánica presentaron efectos estadísticos altamente significativos sobre el rendimiento; al utilizar las fuentes del material encalante, no se logró encontrar diferencias estadísticas significativas y tampoco hubo interacción estadística entre los niveles de cada factor en estudio. En base a la medida de dispersión, se observa que los datos

encontrados en las unidades experimentales de toda la parcela experimental fueron homogéneos debido al coeficiente de variación (Cuadro 20).

Cuadro 20. ANVA para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloque	3652.395	2	1826.198	5.016	0.014 ^S
Fuentes de materia orgánica	115235.923	2	57617.962	158.267	<0.001 ^{AS}
Fuentes de material encalante	3539.144	4	884.786	2.430	0.071 ^{NS}
Interacción de A x B	1779.926	8	222.491	0.611	0.761 ^{NS}
Error experimental	10193.542	28	364.055		
Total	134400.931	44			

CV: 17.70%; AS: Significativo al 99.0% de confiabilidad; NS: No presenta significancia estadística.

En el análisis de los efectos principales respecto al primer factor en estudio, se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que al menos uno de los niveles de dicho factor reportó mayores efectos sobre la producción que se expresó en el rendimiento de las plantas del frijol (Cuadro 21 y Figura 9).

Con la prueba de comparación de medias expresado por Duncan, se determinó que la aplicación del abono orgánico gallinaza en dosis de 20 tn/ha favoreció de manera significativa sobre el rendimiento en frutos de las plantas con una media de 158.94 g, siendo este nivel del factor superior estadísticamente al uso de estiércol de vacuno que registró una media de 125.52 g ubicándose como segundo nivel con mayor efecto en suelos degradados. Además, se reportó que, los menores valores del rendimiento en suelos degradados se observaron en las plantas que no recibieron dosis alguna de abono orgánico reportando una media que solamente alcanzó los 38.86 g de peso seco y este resultado fue estadísticamente inferior a los demás niveles considerados en el estudio (Cuadro 21 y Figura 9).

Cuadro 21. Prueba Duncan para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

Fuentes de materia orgánica (A)	N	Media (g)	Subconjunto
Gallinaza	15	158.94	a
Estiércol de vacuno	15	125.52	b
Ninguno	15	38.86	c

Letras diferentes demuestran diferencias estadísticas significativas.

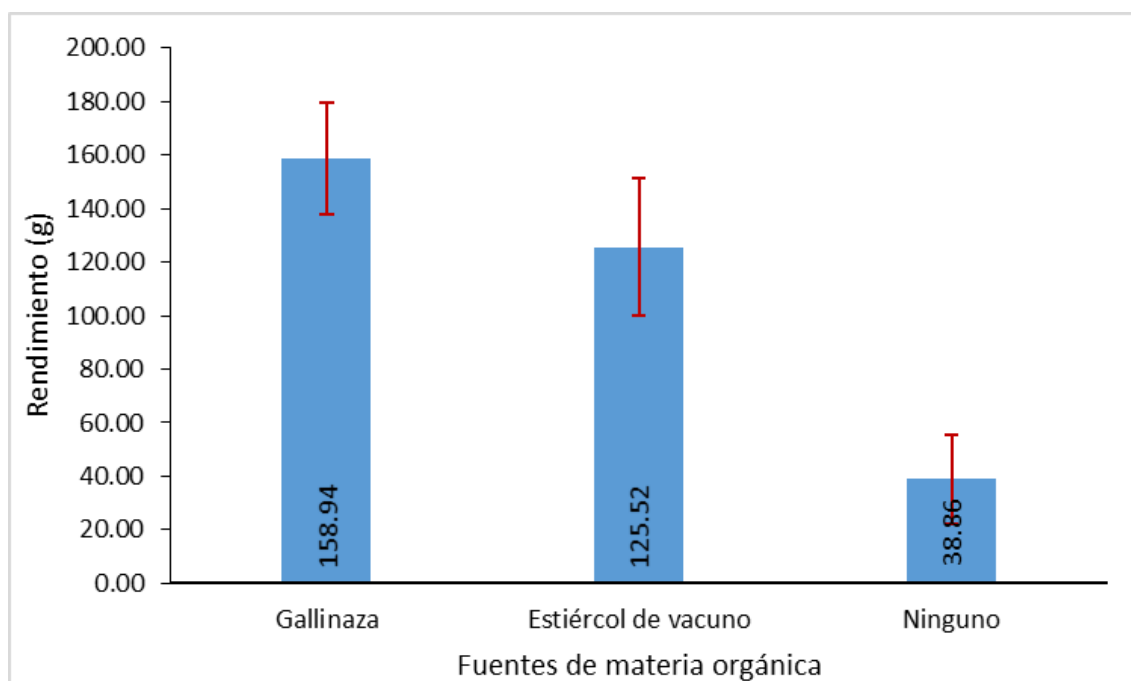


Figura 9. Rendimiento en plantas de frijol sometidas a fuentes de materia orgánica.

En el análisis de los efectos principales respecto al segundo factor, no se registró diferencias estadísticas significativas donde la hipótesis contrastado refiere que todos los niveles de dicho factor presentaron similares efectos en el rendimiento de las plantas del frijol. Numéricamente, se observa que hubo mayor promedio (116.99 g) al utilizar la roca fosfórica en dosis de 4.0 toneladas por hectárea y el menor valor se observó en las plantas que no fueron fertilizadas con fuente de encalante alguna y solamente alcanzó una media de 90.86 g (Cuadro 22 y Figura 10).

Cuadro 22. Prueba Duncan para el rendimiento del frijol sometidas a fuentes de material encalante.

Fuentes de material encalante (B)	N	Media (g)	Subconjunto
4 tn/ha RF	9	116.99	a
4 tn/ha Dol	9	111.49	a
2 tn/ha RF	9	110.27	a
2 tn/ha Dol	9	109.25	a
Ninguno	9	90.86	a

Letras diferentes demuestran que no hay efectos estadísticos significativos.

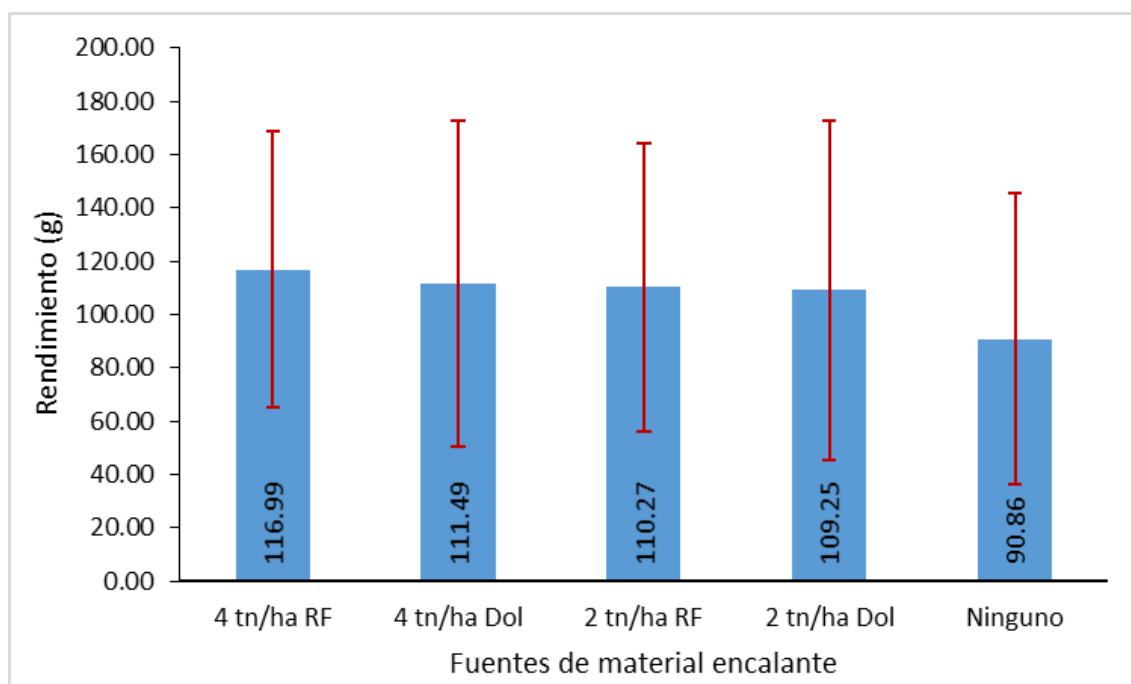


Figura 10. Rendimiento en plantas de frijol sometidas a fuentes de material encalante.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS

La densidad aparente en los suelos registró variaciones pequeñas, siendo los suelos menos compactados al no aplicarse ninguna fuente de materia

orgánica y solamente añadirle una dosis de 4.0 toneladas por hectárea de dolomita donde el valor obtenido fue de 1.04 g/cm³, mientras que los suelos más compactados de registró al utilizarse el estiércol de vacuno con la aplicación de 2.0 toneladas de roca fosfórica que reportó un valor de 1.30 g/cm³. De manera general, se observa ligera superioridad de los valores correspondientes a la densidad aparente de los suelos al aplicarse el estiércol de vacuno como fuente encalante (Figura 11).

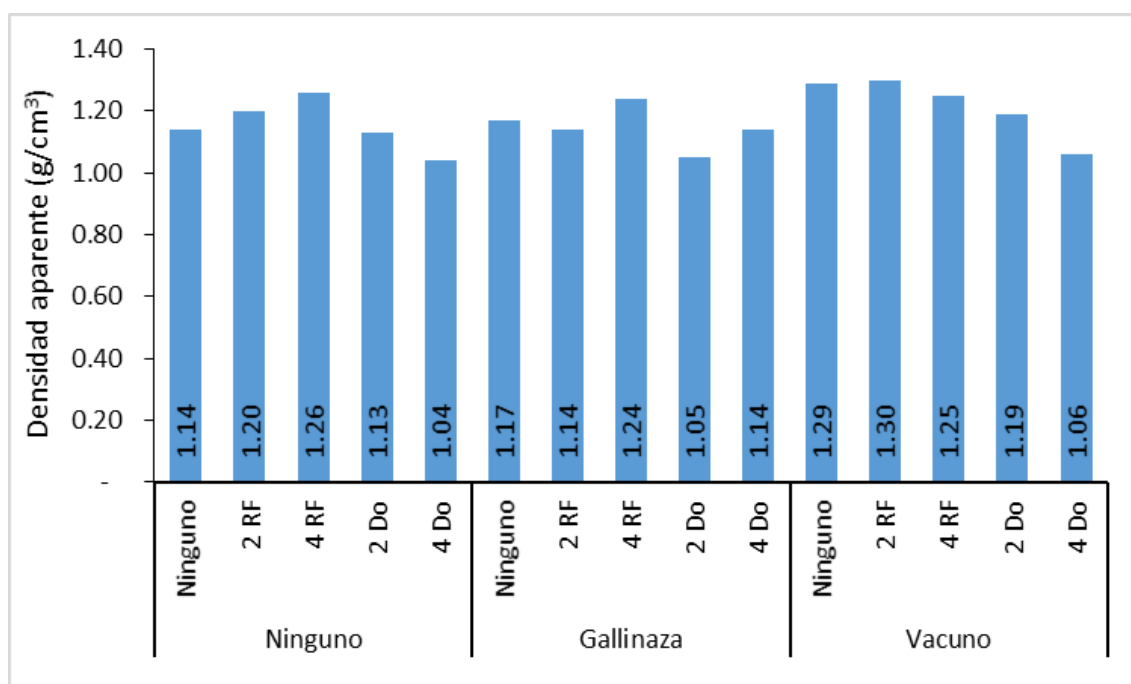


Figura 11. Densidad aparente del suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Los niveles de pH en el suelo degradado donde se ejecutó el estudio presentaron diferentes grados de acidez, siendo mayor el valor de las muestras obtenidas procedentes de la aplicación de la gallinaza como fuente de materia orgánica y a esto se la había añadido 4.0 toneladas de dolomita como fuente encalante y se reportó un valor de pH del 5.54; los suelos con mayor grado de acidez se mantuvo en las muestras obtenidas de las unidades experimentales denominadas como control ya que no fueron sometidos a ninguna fuente de materia orgánica ni el uso de ningún encalante, es por ello que se alcanzó un valor de 4.24 del pH, resultado muy cercano se observó en la aplicación del estiércol de vacuno y 4.0 t/ha de dolomita con un valor de 4.27 (Figura 12).

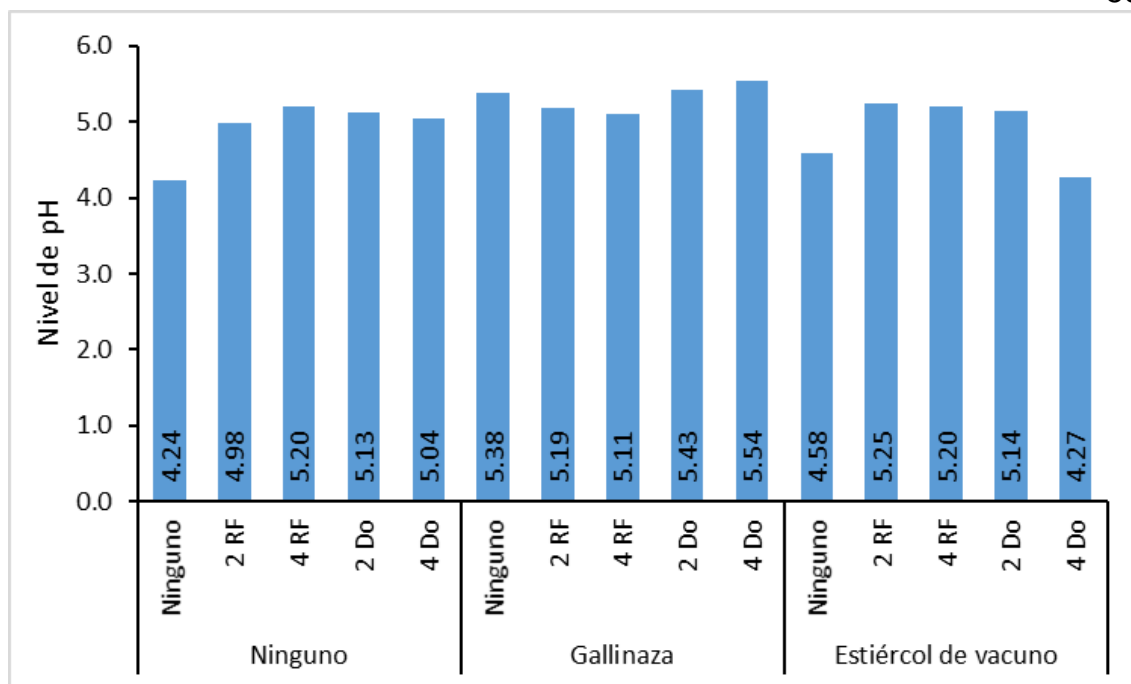


Figura 12. Nivel de pH del suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

En caso de los niveles correspondiente a la materia orgánica en el suelo degradado donde se ejecutó el estudio, siendo mayor el valor en la unidad experimental que recibió como tratamiento el uso de 2.0 toneladas de dolomita donde el valor fue de 1.66%, mientras que la menor cantidad de materia orgánica se observó en la unidad experimental que fue sometida a el uso de la gallinaza con 4.0 tn/ha de dolomita que registró solamente 1.14% de materia orgánica (Figura 13).

Los niveles del nitrógeno del suelo degradado donde se realizó el experimento presentaron diferentes niveles de nitrógeno, siendo mayor el valor de las muestras obtenidas procedentes de la aplicación de 2.0 toneladas de dolomita como fuente encalante donde el valor alcanzado fue de 1.66%; los suelos con menor valor del nitrógeno se mantuvo en las muestras obtenidas de las unidades experimentales donde se le añadió como fuente de materia orgánica a la gallinaza añadido de 4.0 toneladas por hectárea de dolomita como material encalante, es por ello que se alcanzó un valor de 1.14%, resultados muy variables se muestran al considerar la aplicación de dosis elevadas de material encalante (Figura 14).

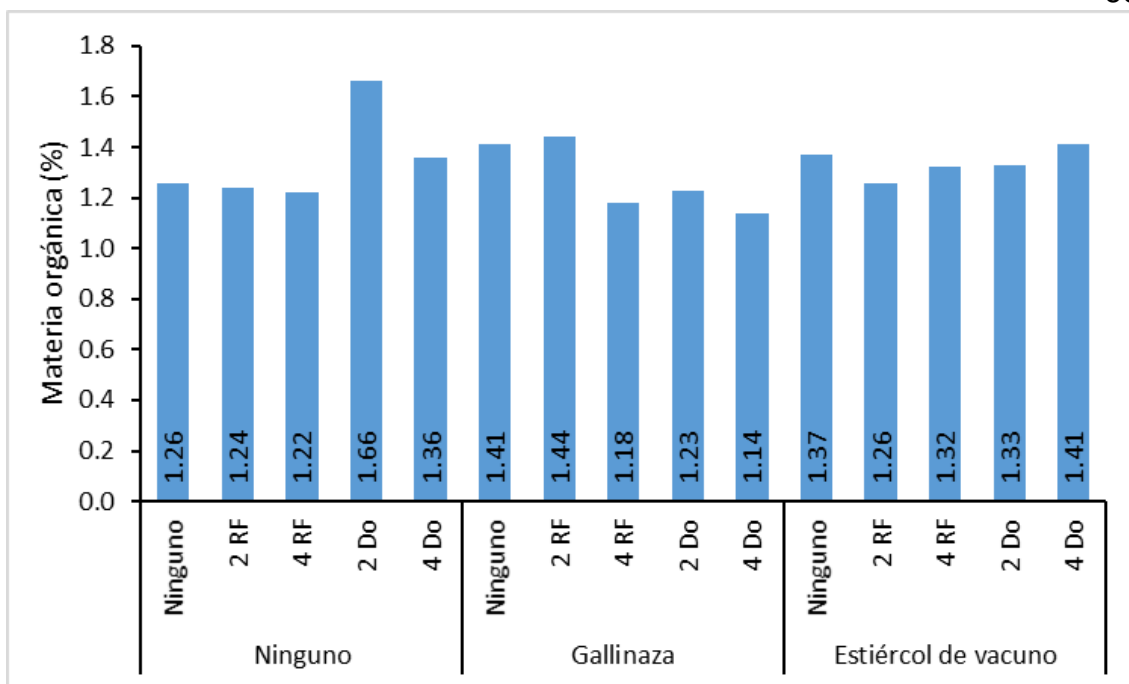


Figura 13. Nivel de materia orgánica en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

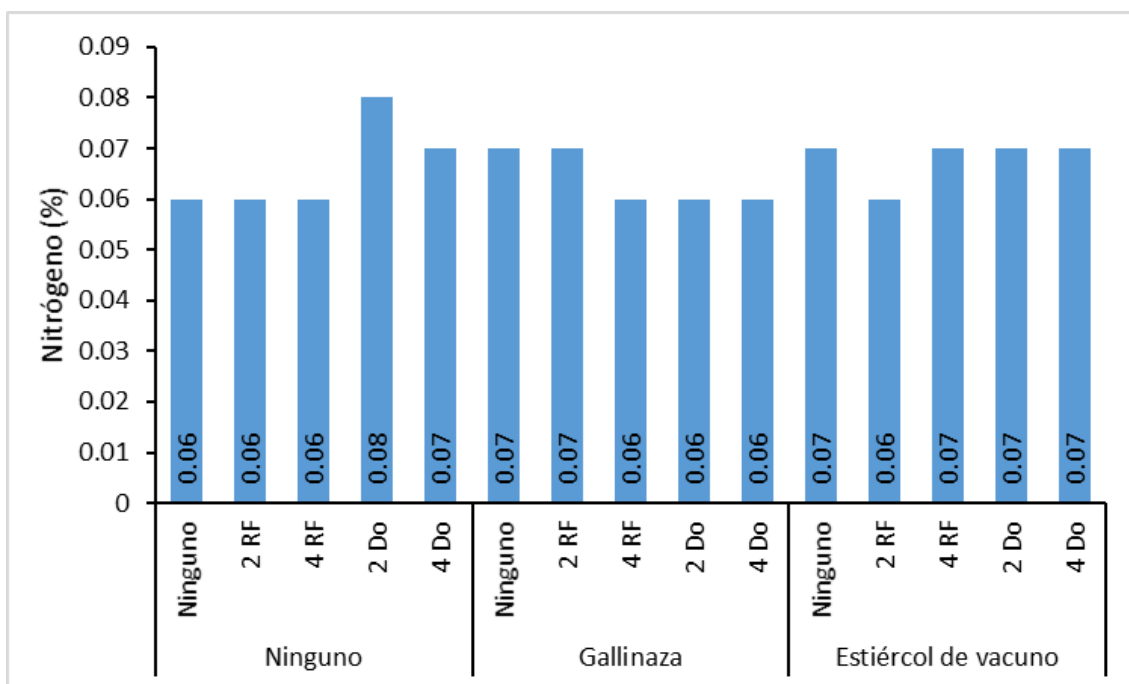


Figura 14. Nivel del nitrógeno en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

La aplicación de las fuentes de materia orgánica y las fuentes de material encalante repercutieron de manera diferente, siendo mayor el contenido de

fósforo al aplicarse de manera independiente una dosis de 4.0 toneladas por hectárea de roca fosfórica y encontrarse en el suelo disponible 14.11 ppm, algo notorio se observó también al aplicar solamente gallinaza en las unidades experimentales ya que se reportó fósforo en concentraciones de 13.06 ppm, mientras que el menor valor se registró al aplicarse 4.0 toneladas por hectárea de dolomita (Figura 15).

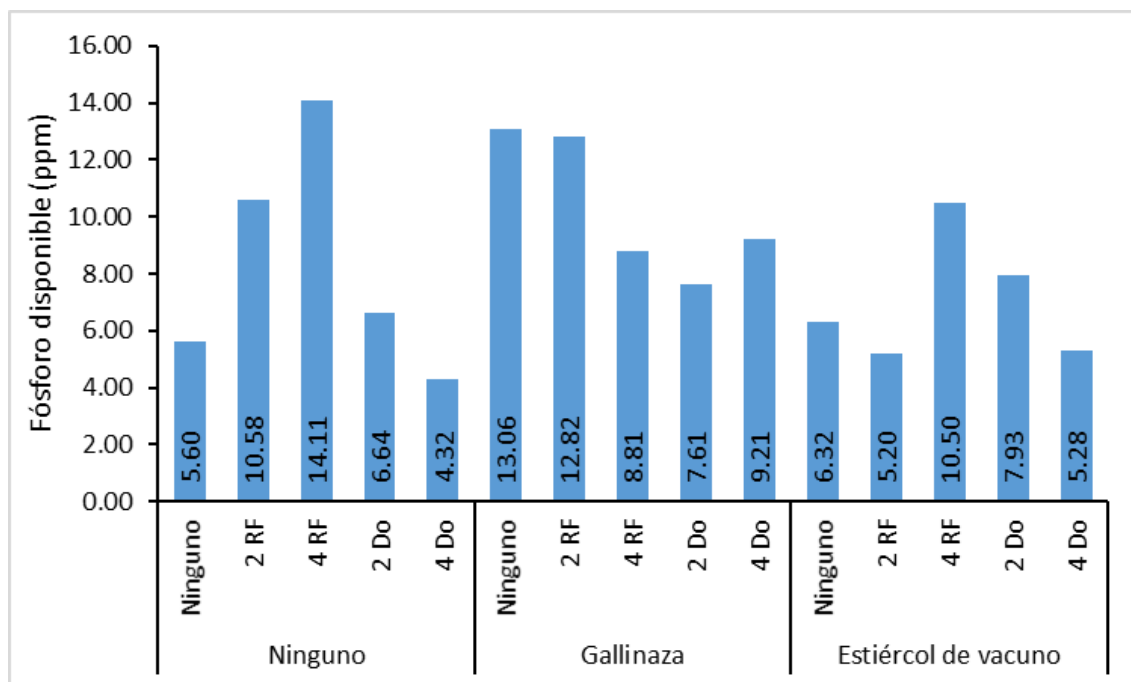


Figura 15. Fósforo disponible en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Los niveles de potasio disponible fueron variables cuando se analiza en base a las fuentes de materia orgánica, siendo mayor el valor observado cuando se aplicó una dosis de 2.0 toneladas por hectárea de dolomita en suelos que se aplicaron 2.0 toneladas de gallinaza como fuente de materia orgánica, reportaron un valor de 260.14 ppm de dicho macroelemento, además, se observa que el uso de las fuentes de materia orgánica de manera independiente también aportaron dicho elemento debido a que los que no recibieron ninguna dosis de la fuente de encalado presentaron mejores valores en el uso de estiércol de vacuno con un valor de 209.91 ppm, mientras que en los suelos sin tratamiento alguno se obtuvo un valor de 143.94 ppm del potasio disponible (Figura 16).

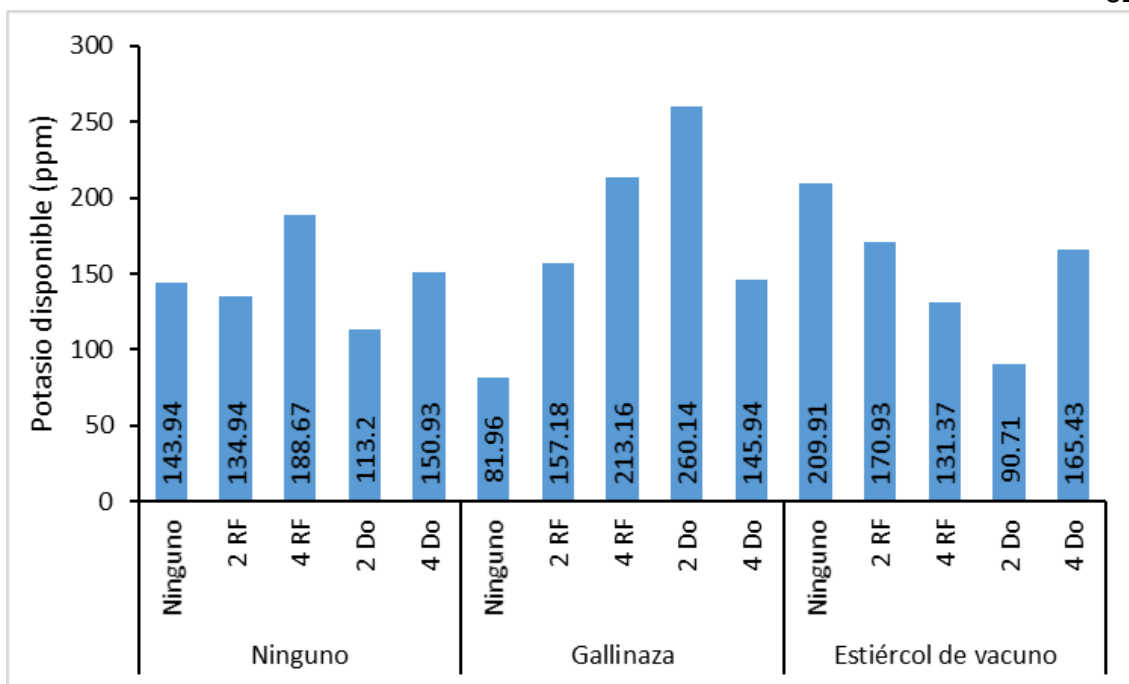


Figura 16. Potasio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Las fuentes de materia orgánica favorecieron en cierta medida al nivel de calcio en los suelos, siendo mayor dicho efecto al utilizar gallinaza (Figura 17).

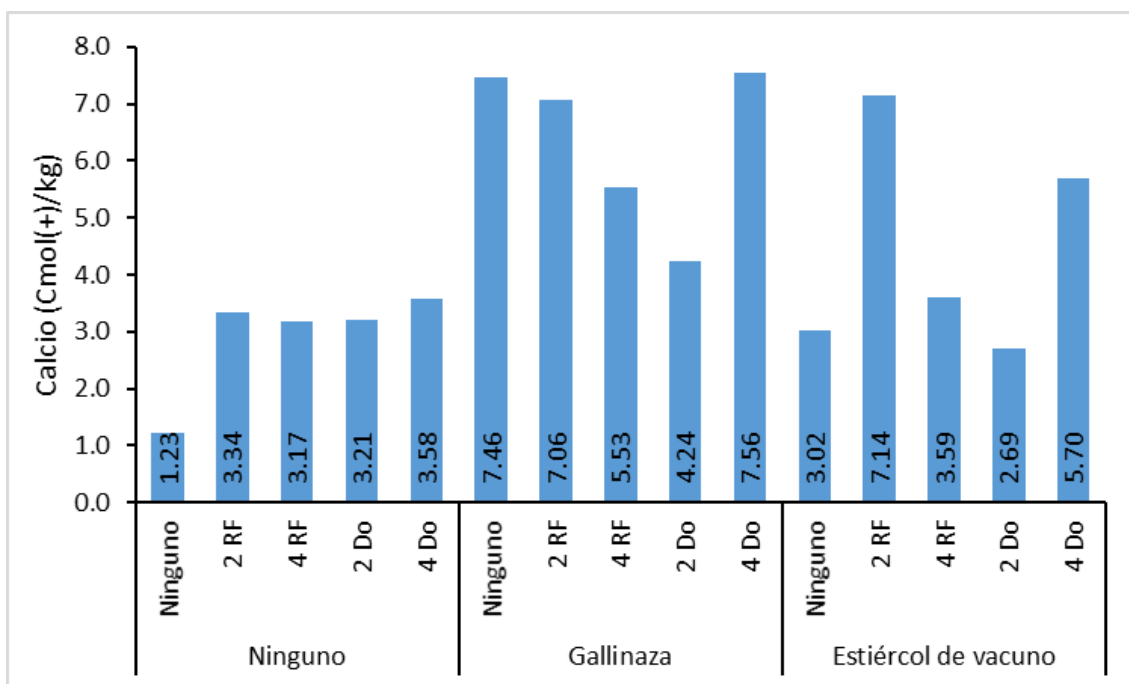


Figura 17. Calcio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

Los niveles de magnesio en el suelo fueron beneficiados en cierta medida sobre el uso de las fuentes de materia orgánica en los suelos degradados debido a que se observa que superan casi todas las combinaciones el valor del magnesio cuando se utiliza gallinaza o estiércol de vacuno, pero el mayor valor se reportó cuando solamente se aplicó gallinaza, en donde el valor alcanzado fue de 1.95 Cmol(+)/kg de magnesio, mientras que el menor valor se encontró en la unidad experimental considerado como sin fuente de materia orgánica añadida una dosis de 2.0 tn/ha de roca fosfórica que determinó un valor de 0.23 Cmol(+)/kg (Figura 18).

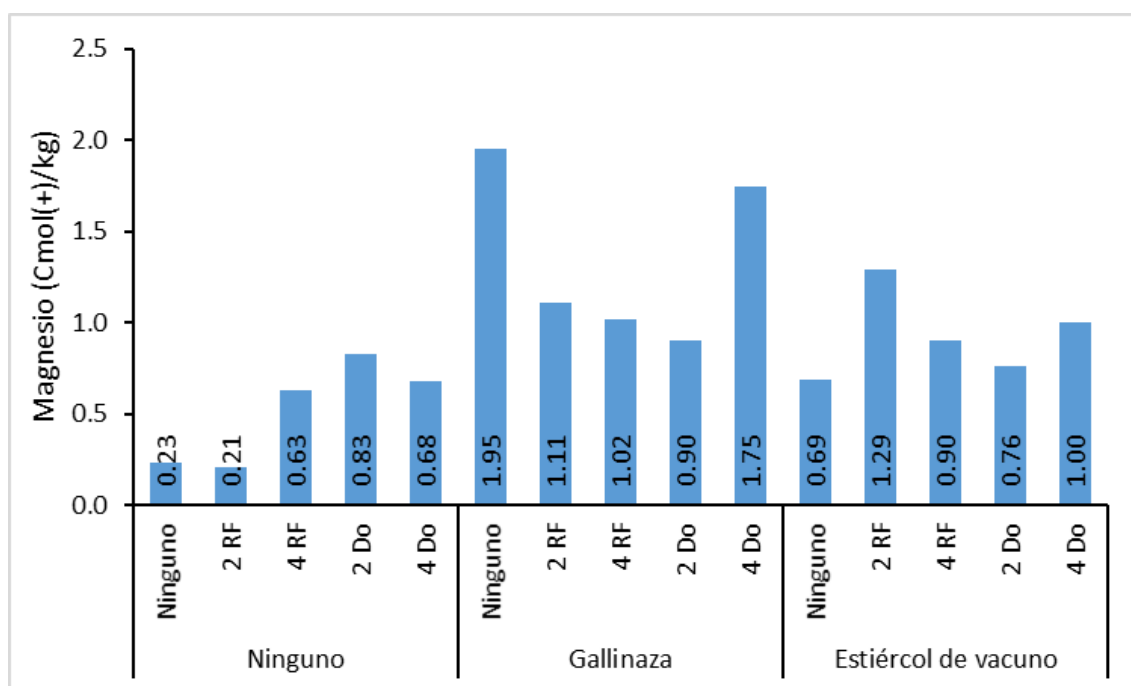


Figura 18. Magnesio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

En caso del aluminio que siempre se les observa en los suelos degradados y limita la producción de los cultivos que se establecen, se observó que la gallinaza de manera independiente hizo que el valor del aluminio sea 0.34 Cmol(+)/kg, lo cual fue contrario cuando se aplica el estiércol de vacuno; de manera general se puede considerar que las fuentes de materia orgánica afectan en mayor medida al aluminio en comparación al uso de las dos enmiendas utilizadas en el presente estudio. Mayor disminución de dicho metal se observó al utilizar la gallinaza y 4.0 tn/ha de dolomita (Figura 19).

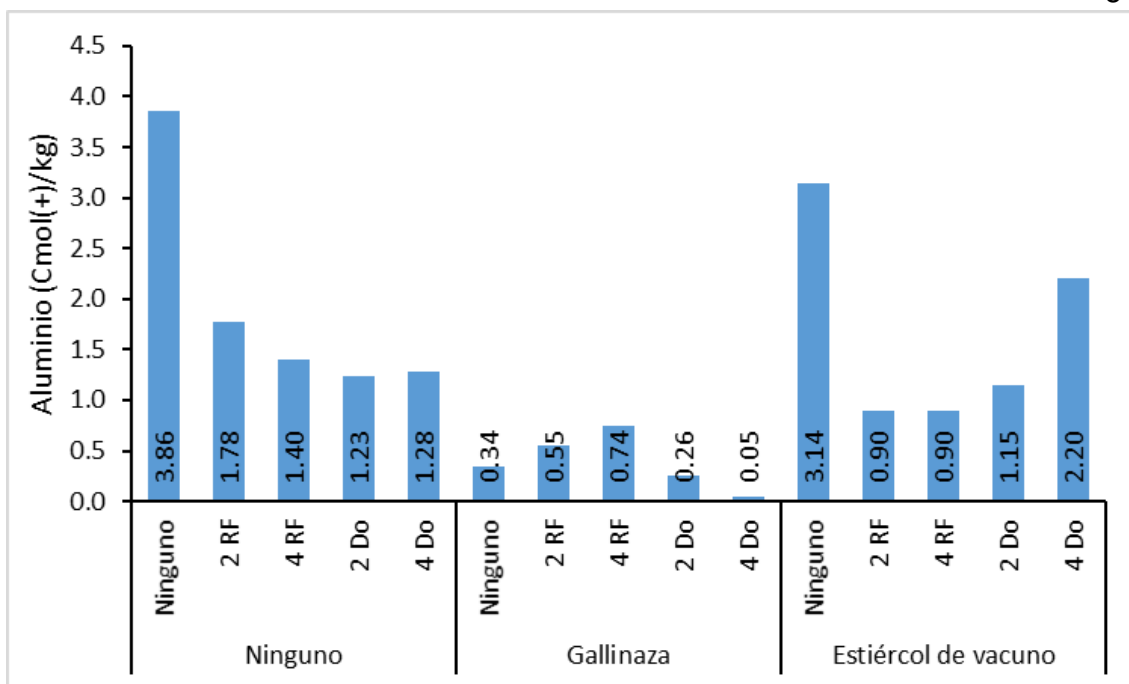


Figura 19. Aluminio en el suelo sometido a fuentes de materia orgánica y material encalante.

V. DISCUSIÓN

5.1. DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

Se registró que el uso de la gallinaza acompañado de un encalante como es el caso de la dolomita ambos en dosis de 2.0 toneladas por hectárea favorecieron el crecimiento de la altura total en las plantas de frijol, esto es corroborado en estudios similares llevados a cabo por García (2020) y Ponce (2020) donde encontraron que el uso de gallinaza con dolomita reportó mejores promedios en la altura total, esto ocurre debido a que hubo una disminución del contenido de Al intercambiable en el suelo, pero dicha disminución no llegó a la nulidad ya que las plantas en cantidades muy pequeñas lo emplean con efectos benéficos sobre las plantas, se vieron que pequeñas concentraciones de aluminio tiene un efecto catalizador en la fotosíntesis, pero altas concentraciones flocculan las proteínas de las plantas y causan pérdida de calcio y potasio de las células dañadas. En caso de los suelos en donde no se utilizó la dolomita se encontró que las plantas presentaban menores dimensiones debido a que niveles altos de aluminio en el suelo tienden a reducir el crecimiento de raíces inhibiendo su elongación y penetración en el suelo y esto acarrea una reducción en sus funciones como la absorción del agua y de los nutrientes, además de la capacidad que tienen las raíces en llegar a profundidades del subsuelo; para el caso de la longitud de las plantas, la absorción de elevadas concentraciones de este metal pesado tienden a floccular las proteínas de las plantas ocasionando la pérdida de elementos como el calcio y el potasio de las células dañadas.

A pesar de que las actividades del estudio se ejecutaron en un periodo donde se iniciaba el periodo de precipitación y el terreno presentaba un pendiente por el cual la pérdida de la materia orgánica hubiera sido por la

erosión de partículas, se llegó a observar que la materia orgánica procedente de la aplicación de la gallinaza, que fue añadida al suelo presentó continuación de su descomposición en donde se inician en la formación de los óxidos orgánicos e inorgánicos, que influyen en la acidificación del suelo (Plaster, citado en Marroquín 2003), del mismo modo, al convertirse en humus, se eleva la capacidad de intercambio de iones en el suelo, mejorando sustancialmente la fertilidad potencial al proteger a los macronutrientes y micronutrientes de la lixiviación ocasionada por la abundante humedad en el suelo (Tisdale y Nelson, citado en Marroquín 2003), este comportamiento se registró de alguna manera en el experimento debido a que se presenció abundante precipitación durante el periodo de ejecución del experimento.

La aplicación del abono orgánico como es la gallinaza en el suelo degradado generó una mejoría de la calidad edáfica y las plantas de frejol por medio de sus raíces empezó absorber los nutrientes que se encontraban disponibles al aplicarse el encalado; las características de la planta como la altura, el diámetro del tallo y la materia seca registró mejores efectos estadísticos significativos, esto ya lo consideró Estrada (2005) al definir que, la gallinaza posee elevado contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno; con fines de garantizar que se mantenga los niveles de minerales en el abono orgánico, se somete al abono a un secado para garantizar sus componentes nutricionales, en segundo orden se encontraban el estiércol de vacuno que superó a los que no recibieron fuente alguna de materia orgánica, es por ello que Trejo *et al.* (2013) consideran que dicho estiércol posee la capacidad de incrementar la materia orgánica en el suelo, al observar que al cabo de 10 años recién observó efectos de los tratamientos considerados, posiblemente debido a que la diversidad de microorganismos empiezan a multiplicarse y generar condiciones favorables para su sobrevivencia.

No se logró demostrar los efectos estadísticos significativos por la aplicación de las enmiendas utilizadas en la altura, diámetro y biomasa del frijol chaucha posiblemente a que los elementos aplicados en el estudio fueron erosionados debido a la elevada precipitación y las condiciones del terreno, a pesar de esto, hay autores como Campillo (2014) que indican que, al aplicar las

enmiendas se muestra una reducción de la disponibilidad del aluminio que perjudica el crecimiento de las plantas y para Espinosa y Molina (1999) este acto favorece al crecimiento de las plantas al volver disponible muchos elementos del suelo; sin embargo se notó la ausencia de dichos materiales usados, posiblemente se deba a la ubicación de los bloques y la precipitación durante el periodo de ejecución de la tesis en donde se pudo haber arrastrado las enmiendas hacia las unidades inferiores que se encontraban en bloques más debajo de la parte del terreno que generó efectos, un claro ejemplo se observa en la Figura 6 (croquis de la parcela experimental) en donde en el bloque III la unidad experimental sin materia orgánica ni encalante se encontraba por debajo de una unidad que había sido tratada con 4 tn/ha de roca fosfórica (T₃) que pertenecía al bloque II.

5.2. DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL MATERIAL ENCALANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL

No se registró diferencias estadísticas significativas sobre la aplicación de los encalantes en el rendimiento del frijol chaucha, esto fue influenciado por la variabilidad de los datos respecto a los bloques establecidos, al respecto de la variabilidad de los datos que se consideraron en base a los bloques establecidos dentro de la parcela experimental, se observó en los suelos donde no se aplicó fuente de materia orgánica, pero si se utilizó 2.0 toneladas por hectárea de dolomita como material encalante donde el coeficiente de variación fue 54.16%, dicho de otra manera hubo unidades experimentales con elevados rendimientos y también con muy bajos rendimientos. Diversos autores estudiaron la influencia del aluminio sobre la absorción, transporte y utilización del fósforo en los vegetales, en estudios anatómicos y con microanálisis de rayos x, precipitados de complejos de aluminio y fósforo en los espacios libres entre las células de la raíz, lo cual trae como consecuencia, una disminución en la disponibilidad del fósforo para los procesos metabólicos dependientes de este elemento.

Mayores rendimientos en la producción del frijol se observó al utilizar el abono orgánico gallinaza en las dos dosis de dolomita que se consideró en el

presente estudio, lo cual fue ratificado por Ponce (2020) al encontrar mayor rendimiento al aplicar gallinaza en similar dosis a lo estudiado y con 4.0 toneladas por hectárea de dolomita, pero recalcaron que no es muy rentable en términos económicos debido a los costos que se generan por la compra y aplicación de los abonos, pero esto puede cambiar cuando se continúa con el manejo del suelo en el mismo lugar debido a que muchos abonos orgánicos presentan efectos residuales y los siguientes periodos de siembra se necesitan menores dosificaciones de abonamiento y encalantes en comparación a los utilizados inicialmente, este incremento pudo incrementarse debido a la modificación del intercambio catiónico en el suelo tras la aplicación del encalado que posteriormente libera el calcio que paulatinamente desplaza al aluminio intercambiable e hidrógeno del complejo de intercambio con el consiguiente aumento de las cargas negativas, lo que explica en cierta medida el aumento ocurrido en la capacidad de intercambio catiónico efectiva.

Otro de los factores que afectan el rendimiento de las plantas del frijol es la elevada densidad de siembra en el cultivo de frijol que se sembró para una época de siembra donde la humedad generada por la precipitación perjudicaban a las plantas, al ocurrir la precipitación, se acumulaba agua en las hojas de las plantas y otros en la parte superficial del suelo que no pudieron evaporarse en el menor tiempo y por ende se elevaba la humedad en el espacio entre el ras del suelo y las hojas de las plantas de frejol, esto generó medios muy adecuados para la aparición de los hongos, tornándose las hojas de color amarillo y pasando a un color negro que finalmente se tenían que caer dichas hojas y los frutos también se perjudicaron; esto es contrastable por Puente (2009), quien pudo observar la presencia del hongo en las plantas ya que una alta densidad generada por la excesiva humedad creando un medio adecuado para la proliferación de hongos como lo observado en el presente estudio, esto ocurre a pesar que la variedad en estudio es muy resistente a plagas y enfermedades como lo señala Del Águila (2004).

La ventaja de que la gallinaza acarrea efectos estadísticos significativos sobre el rendimiento, se encuentra favorecido por que son más completos y presentan mejores nutrientes que pueden aportar al sistema suelo,

entre los elementos que contienen se tiene al nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades, estos elementos presentan variaciones entre el mismo producto procedentes de diferentes galpones debido a que está afectado por la dieta alimenticia de las aves y el manejo del abono (Murillo 1994 y Estrada 2005). Se tiene reportes sobre la adición de la materia orgánica que reduce la toxicidad del aluminio hacia las plantas debido a que se logran formar diversos complejos entre los compuestos orgánicos con los elementos, específicamente los ácidos orgánicos responden a formar complejos con el aluminio, pero los diversos aniones orgánicos presentan diferencias muy amplias en su capacidad para detoxificar del Al^{3+} , los suelos y la solución del suelo. En caso del citrato, oxalato, tartarato y el EDTA resultan tener alta efectividad en este caso, pero el succinato y el lactato poseen poco o nula efectividad al compararlo con los anteriores.

La ventaja de utilizar fuentes de materia orgánica en el presente estudio a pesar de ser de pequeño periodo de tiempo, se vio reflejada en el rendimiento encontrado por las plantas de frijol que fueron sembradas, esta ventaja del uso de los estiércoles lo reportan Trejo *et al.* (2013) al estudiar diferentes niveles de estiércol de bovino (40.0, 80.0, 120.0 y 160.0 tn/ha) y al cabo de siete años de constante monitoreo y aplicaciones sucesivas, encontró que el estiércol generan rendimientos superiores al testigo y también superan al utilizar fertilizante químico.

5.3. SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE APLICARON ABONOS INORGÁNICOS E ORGÁNICOS

La densidad aparente de los suelos degradados fue favorecida por el uso de la gallinaza como fuente de materia orgánica, esto es favorable ya que en estudio bajo condiciones de suelos con elevadas tasas de degradación se encontró resultados de mejoría como es el caso de Ponce (2020), Barahona y Villarreal (2015) al utilizar el mismo abono orgánico encontró mejorías en la densidad aparente y su respectiva infiltración y para Mullo (2012) a parte de indicar otras bondades resalta que los suelos donde se utilizó gallinaza mejora

su permeabilidad; cuando se tiene en condiciones aceptables dicha variable, se podrá establecer cultivos donde el sistema radicular no ejercerá mucha presión para poder crecer ya que la materia orgánica aportada por las fuentes de materia orgánica generó mayor espacio poroso con el cual la densidad aparente del suelo disminuyó y esto favorece el fácil alcance a los nutrientes por medio de los pelos absorbentes de la planta.

El nivel de pH en los suelos donde se había cultivado y se estableció el frijol sin añadir fuente de materia orgánica ni fuente de encalante fue inferior a los demás unidades experimentales que presentaban abonos, encalantes o ambos, esto debido a que como se preparó el terreno de manera muy limpia y se sembró el frijol para luego al segundo mes (setiembre) se incrementó la precipitación en dicho lugar hasta 104.7 mm a esto se le suma la pendiente del terreno, esto ocasionó la erosión y pérdida de nutrientes, el cual según Fassbender 1970, citado en Navas (2011) lo consideran como la acidificación progresiva debido a que se ocasiona por procesos naturales y se aceleran con algunas actividades culturales practicadas en dicho terreno por su explotación agrícola y lixiviación al producirse una desbasificación del complejo de cambio por el consumo de bases por los cultivos.

La variación del nivel de pH puede atribuirse a la elevada dosis de la gallinaza utilizadas, O'Hallorans *et al.*, citado por Gonzales (2011) refiere que el pH del suelo muestra una disminución de sus valores con las aplicaciones del abono orgánico gallinaza; estas mermas del pH se encuentran asociadas al proceso de mineralización de la gallinaza y el estado fresco en el cual se liberan iones de hidrógeno o hidronio. Los procesos de mineralización y humificación afectan la migración de la materia orgánica hacia la profundidad del horizonte en el suelo (Nelson *et al.* 1994). En caso de los ácidos húmicos que derivan de los estiércoles vermicompostados poseen características como el bajo peso molecular, menor grado de condensación y humificación en comparación a los ácidos húmicos que se encuentran en el suelo (Senesi *et al.* 1996), es por ello que, se muestra mayor facilidad de migración de la materia orgánica de los abonos orgánicos aplicados en el suelo hacia horizontes mucho más profundos (Corvasce *et al.* 2006).

La concentración de aluminio disponible para las plantas en el suelo registró disminución después de tratarle al suelo con la dolomita, comportamiento muy favorable en suelos degradados para poder realizar el establecimiento de cultivos y no seguir presionando áreas naturales, sino seguir utilizando los suelos con diferentes grados de degradación mediante la práctica del encalado, estos comportamientos de la indisponibilidad de aluminio lo corrobora Ricse (2018) en un reporte donde aplicó también dicho encalante a un suelo degradado en Satipo, reportando resultados superiores a lo expresado por el magnocal, la cal agrícola y el yeso agrícola, además de esto, se le atribuye que dicho producto mejora la disponibilidad de calcio en estos tipos de suelos.

Al utilizar gallinaza con roca fosfórica se encontró poca variación del nivel de pH, esto es corroborado en cierta medida en lo reportado por Sinclair *et al.* (1993), donde resalta que, las variaciones del pH son bajas al utilizarse la roca fosfórica, pero favorecen con éxito en el aluminio que existen en los suelos del trópico húmedo. Los resultados sobre la variación del aluminio también se registraron en muchos países como ejemplo se cita a Puerto Rico, en donde en suelos ultisoles y oxisoles se observó que el aluminio saturado registró disminuciones de sus valores a 60% cuando el pH estuvo en 4.2, 35% a un pH de 4.5 y un 20% cuando se tenía un pH de 4.8 (Pearson 1975). La influencia del encalante mencionado mejoran en cierta medida las propiedades químicas de los suelos degradados cuando son muy ácidos como los suelos sulfatoácidos que se estudiaron en el sudeste del continente asiático (Truong y Montange 1998). Además, Ruiz (2011) añade que, las enmiendas tienen un efecto de reducción en la solubilidad del Al^{3+} y Mn^{3+} debido al incremento de las bases cambiables como calcio, magnesio, potasio y sodio.

VI. CONCLUSIONES

1. En un suelo degradado Inceptisol donde se sembraron el frijol, sometidos a fuentes de materia orgánica (específicamente la gallinaza) se encontró mejores características respecto a la altura total (49.89 cm), diámetro del tallo (6.23 mm) y la biomasa o peso seco (30.08 g/planta) de las plantas cuando se les aplicaba la gallinaza, mientras que al no realizar alguna aplicación de abonos orgánicos sus características morfológicas de las plantas no desarrollaban con normalidad. Con el material encalante no hubo resultados en altura, diámetro y materia seca. La planta necesita de otros nutrientes.
2. La producción del frijol expresado en el rendimiento de los granos cosechados fue favorecida por el uso de la gallinaza (158.94 g/planta) y seguido por el estiércol de vacuno (125.52 g/planta). Al aplicar material encalante no hubo resultado en el rendimiento, es por ello que, la planta necesita de otros nutrientes.
3. Entre las propiedades físicas favorecidas por los tratamientos aplicados se encuentra la densidad aparente con un valor de 1.04 g/cm³ al aplicar dolomita en 4.0 tn/ha, mientras que, en las propiedades químicas, se registró mayor valor del pH (5.54) al aplicar usar gallinaza más 4 tn de dolomita, materia orgánica y nitrógeno con 1.66% y 0.08% respectivamente al utilizar 2.0 tn de dolomita, fósforo en 14.11 ppm al utilizar 4 tn de roca fosfórica, potasio en 260.14 ppm al aplicar gallinaza mezclada con 2 tn de dolomita, calcio con 7.56 Cmol(+)/ kg al aplicar gallinaza mezclada con 4 tn de dolomita y magnesio con 1.95 Cmol(+)/kg al utilizar solamente 2 tn de gallinaza, pero disminuyeron los valores del metal aluminio a 0.05 Cmol(+)/kg al utilizar gallinaza mezclada con 4 tn de dolomita.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios similares donde se consideren en cuenta cultivos asociados para poder fortalecer la recuperación de los suelos ya que el existir diferentes estratos (vegetación con diferentes portes) favorece en cierta medida la dinámica de los nutrientes, mejora las condiciones microclimáticas cercana al suelo ocasionado por la sombra y la hojarasca que aportan.
2. Complementar los estudios con el uso de otras fuentes de materia orgánica como es el caso del bokashi, el compost, el guano de las islas, entre otros para que se pueda encontrar una fuente adecuada y considerar diferentes dosis de aplicaciones con fines de mejorar la calidad de suelo degradado.
3. En estudios similares se debe considerar el periodo de ejecución de las tesis debido a que en este medio existen temporadas de elevada y baja precipitación, en cual si se realiza de manera permanente va generar la pérdida de nutrientes y la materia orgánica por lixiviación fortalecido por la interacción entre la precipitación y el pendiente del terreno.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano, DC; Bollag, JM; Frankenberger, WT; RC. 1999. Bioremediation of Contaminated Soils. Agronomy Series N° 37. ASA - CSSA - SSSA, Madison, WI. 820 p.
- Dourojeanni, M. J. 2006. Estudio de caso sobre la carretera interoceánica en la Amazonía Sur del Perú: Conservación Internacional Perú. Lima, Perú, MINAM. 85 p. [En línea]: <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/437.pdf>
- Chávez, A., Huamani, L., Fernandez, R., Bejar, N., Valera, F., Perez, S., Brown, F; Domínguez, S; Pinedo, R; Alarcón, G. 2013. Regional Deforestation Trends within Local Realities: Land-Cover Change in Southeastern Peru 1996-2011. *Land*, 2(2):131-157. [En línea]: https://www.researchgate.net/publication/275854454_Regional_Deforestation_Trends_within_Local_Realities_Land-Cover_Change_in_Southeastern_Peru_1996-2011
- Alarcón, G; Díaz, J; Vela, M; García, M; Gutiérrez, J. 2016. Deforestación en el sureste de la amazonia del Perú entre los años 1999 - 2013; caso Región de Madre de Dios (Puerto Maldonado – Inambari). *Rev. Investig. Altoandín*. 18(3):319-330. [En línea]: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645610>
- Lee, KE. 1985. Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and LandUse. London: Acad. Press. 411 p.
- Stork, NE; Eggleton, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *En: Amer. Jour. Altern. Agricul.* 7:38-47.
- Volhland, K; Schroth, G. 1999. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. *En: Applied Soil Ecology*, (13):57-68.
- Pashanasi, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía peruana. *Folia*

- Amazónica. 12(1-2):75-97. <http://revistas.iiap.gob.pe/index.php/fovia-amazonica/article/view/126/189>
- AGROCOLUN. 2018. Enmiendas y encalado de suelos. De Alejandro Knopel Ingeniero Agrónomo Área Agrícola Departamento Agrosericios COLUN. [En línea]: <https://agrocolun.cl/enmiendas-y-encalado-de-suelos/>
- Arens, PL. 1983. El reciclaje de materia orgánica en la agricultura de América Latina. Roma. FAO. 125- 127 p.
- Arellano-Arciniega, S; Osuna Ceja, ES; Martínez Gamiño, MA; Reyes Muro, L. 2015. Rendimiento de frijol fertilizado con estiércol de bovino en condiciones de secano. Revista fitotecnia mexicana. 38(3): 313-318. [En línea]: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n3/v38n3a10.pdf>
- Bachmeier, OA; Buffa, E. 1992. Variabilidad espacial de un suelo bajo vegetación de prosopis sp. Turrialba 42: 365-370.
- Barahona, LA; Samaniego, R; Guerra, J; Castillo, G; Agurto, J. 2013. Evaluación de la Gallinaza como Biofumigante del Suelo en el Cultivo de Melón. IDIAP. 15 p.
- Barahona, LA; Villarreal, JE. 2015. Efecto de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo. (IDIAP) Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. [En línea]: https://www.researchgate.net/publication/317903447_UTILIZACION_DE_LA_GALLINAZA_COMO_BIOFUMIGANTE_DE_SUELO_EN_EL_CULTIVO_DE_MELON
- Bertasso-Borges, M; Trueba, D; Peral, F; Tamburi, C; Caseri, R; Iturralde, R. 2003. Producción de hojarasca en un bosque semidecuido estacional en São Pedro, Potirendaba, estado de São Paulo, Brasil. Revista Del Jardín Botánico Nacional 24(1-2):173-176.
- Bravo, C; Lozano, Z; Hernández, R; Cánchica, H; González, I. 2008. Siembra directa como alternativa agroecológica para la transición hacia la sostenibilidad de las sabanas. Acta Biol. Venezuela, 28 (1):17-20 p.
- Burrough, P; McDonnell, R. 1998. Principles of geographical information systems. Oxford University Press. Oxford, UK.
- Castillo, JR; Ramírez, R; Soto, E; Bohorquez, E. 1992. Use of riecito phosphate rock in NPK fertilizer production. In: J.J. Schultz (ed.). Phosphate Fertilizers and the Environment. IFDC. Tampa, FL. pp. 311-318.

- Campillo, R. 2014. Corrección de suelos acidificados mediante enmiendas calcáreas en la región de la Araucanía. INIA. <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2016/03/INFORMATIVO-TRIGO-68.pdf>
- Clapp, CE; Stark, SA; Clay, DE; Larson, WE. 1986. Sewage sludge organic matter and soil properties. Pp. 209-253. In: Y Chen, Y Avnimelech, (ed.), The role of organic matter in modern agriculture. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Cortolima. 2005. Fisiografía y suelos. 31 p. [En línea]: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_prado/diagnostico/f25.pdf
- Corvasce, M; Zsolnay, A; D’Orazio, V; Lopez, R; Miano, T. 2006. Characterization of water extractable organic matter in a deep soil profile. *Chemosphere*: 62:1583-1590.
- Del Águila, A. 2004. Determinación del grado de susceptibilidad de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al ataque de crisomélidos en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 77 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/530>
- Durán, F. 2004. Manual de cultivos orgánicos y alelopatía. 2 ed. Colombia. Colombia: Grupo Latino LTDA, 2005. 700 p. Volvamos al Campo.
- Espinosa, J; Molina, E. 1999. Acidez y encalado de los suelos. IPNI. 42 p. [En línea]: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>
- Estrada, MM. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación. Antioquia*. 2(1):43-48.
- Fagroud, M; Van Meirvenne, M. 2002. Accounting for soil spatial autocorrelation in the design of experimental trials. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 1134-1142.
- FAO/OIEA (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura/ El Organismo Internacional de Energía Atómica). 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. *Boletín FAO fertilizantes y nutrición vegetal* 13 Roma. 135 p. [En línea]: <http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>

- Felton, GK. 1995. Temporal variation of soil hydraulic properties on municipal solid waste amended mine soils. *Trans. ASAE* 38: 775-782.
- Ferreras, LA; Costa, JL; García, FO; Pecorar, C. 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic Paleuodoll of southern "Pampa" of Argentina. *Soil. Till. Res.* 54:31-39.
- Figueroa, D. 2004. Estrategias para la recuperación de suelos degradados. Artículo de Horticultura. [En línea]: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/318200-Tierras-Agricultura-Prodeleco-abordan-cambios-afectan-sector-patata-conservacion-Espana.html>
- Gamarra, T. 1990. Determinación en la calidad de abono orgánico (*Cavia porcellus* L.) machos reproductores. XII Reunión ALPA, Campinas, Sao Paulo, Brasil. 177 p.
- Gallegos, C; Olivares, E; Vázquez, R; Zavala, F. 2000. Absorción de nitratos y amonio por plantas de nopal en hidroponía. *Terra Latinoamericana.* 18(2):133-139.
- García, JJ. 2020. Efecto de la materia orgánica, yeso y dolomita en la concentración de aluminio (AL+3) en suelos con cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables mención en Conservación de suelos y agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 48 p. [En línea]: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1697/TS_JJGR_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzales, A. 2011. Gallinaza como enmienda al suelo: Efecto en el rendimiento y análisis foliar de yautía y en las propiedades químicas del suelo. *J. Agric. Univ. P.R.* 95(3-4):211-221.
- Hellums, DT; Chien, SH; Touchton, JT. 1989. Potential agronomic value of calcium in some phosphate rocks from South America and West Africa. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 53(1):459-462.
- Henry, DF; Boyd, GE. 1988. Soil and fertilizer nitrogen. In: Wiley, J. and Sons, L. (eds). *Soil fertility*. New York, USA. 62-75 p.
- Holdridge, LR. 1967. *Life Zone Ecology*, Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: *Ecología Basada en Zonas de Vida*, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

- Informaciones Agronómicas N° 20. s/f. Acidez y encalado de los suelos. 7-14 p.
[En línea]: [http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/35E6134F83790877852580120071C1C7/\\$FILE/Art%203.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/35E6134F83790877852580120071C1C7/$FILE/Art%203.pdf)
- INTAGRI (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura). 2017. Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Serie Suelos. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. [En línea]: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- Khaleel, R; Reddy, KR; Overcash, MR. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application: a review. J. Environ. Qual. 10: 133-141.
- Kamprath, EJ. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 34(1):252–254.
- Kerry, R; Oliver, MA. 2004. Average variograms to guide soil sampling. Int. J. Appl. Earth Observation Geoinf. 5:307-325.
- Kosmas, C; Moustakas, N; Kallianou, C; Yassoglou, N. 1991. Cracking patterns, bypass flow and nitrate leaching in Greek irrigated soils. Geoderma 49: 139-152.
- Lamey, FJ; Janzen, HH. 1996. Restoration of productivity to desurfaced soil with livestock manure, crop residue and fertilizer amendments. Soil Sci. Soc. Amer. J. 88(1):921-927.
- López, J; Díaz, A; Martínez, E; Valdez, R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Durango, México. 19(4):293-299.
- Martínez, HE; Fuentes, EJP; Acevedo, HE. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. J. Soil Sc. Plant Nutr. 8(1):68-96.
- Marroquín, LH. 2003. Efecto de dos materiales encalantes y orgánicos en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en siembra directa en un suelo ácido. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 124 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/511/AGR-459.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Matheron, G. 1963. Principles of geostatistics. Econ. Geol. 58: 1246-1266.

- Morillo, A; Sequera, O; Ramírez, R. 2007. Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado. *Bioagro* 19(3):161-168. [En línea]: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85719306.pdf>
- Mullo, I. 2012. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 68 p. [En línea]: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Murillo, T. 1994. Alternativas de uso para la gallinaza. Conferencia 94. [En línea]: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_427.pdf
- Navas, LH. 2011. Efecto del material encalante de diferentes canteras en una rotación de cultivos, maíz (*Zea mays* L.) Var. Marginal 28 con arroz (*Oryza sativa* L.) Var. La Conquista. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 96 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/132/AGR-577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nelson, DW; Sommers, LE. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks D.L. (Ed.). *Methods of Soil Analysis: Part 3 – Chemical Methods*. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 961-1010.
- Nieto, JF. 2014. Estabilizador del suelo a partir de gallinaza/pollinaza. El aliado estratégico de su cultivo. Valencia, AR presidente ejecutivo, Nieto, DS directora programa técnico. Colombia. 28 p.
- Ortega, BR; Mardonez, OR. 2005. Variabilidad Espacial de la Mineralización de Nitrógeno en un Suelo Volcánico de la Provincia de Ñuble, VIII Región, Chile. *Agric. Téc.* 65:221-231.
- Pagliai, M; Antisari, V. 1993. Influence of waste organic matter on soil micro and macrostructure. *Biores. Technol.* 43: 205-213.
- Pagliai, M; Guidi, G; La Marca, M; Giachetti, M; Lucamante, G. 1981. Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and aggregation. *J. Environm. Qual.* 10:556-561.
- Panda, N; Misra, UK. 1970. Use of partially acidulated rock phosphate as possible mean of minimizing phosphate fixation in acid soils. *Plant and Soil* 33(1):252-234.

- Paredes, MA. 2018. Efecto de cuatro dosis de gallinaza en los rendimientos del cultivo de caupi (*Vigna unguiculata* L.) Variedad Blanco Cumbaza en la zona del Alto Huallaga- Tocache. Tesis Ing. Agronomo. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 51 p. [En línea]: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3089>
- Pearson, RW. 1975. Soil acidity and liming in the humid tropics. Cornell International Agriculture Bulletin 30. Ithaca, New York, Estados Unidos de América, Cornell University. 66 pp.
- Pérez, MJ; Troung, B; Fardeau, JC. 1995. Solubilidad y eficiencia de algunas rocas fosfóricas venezolanas (naturales y modificadas) mediante el uso de técnicas isotópicas. Agron. Trop. 45(1): 483-505.
- Piccolo, A; Mbagwu, JSC. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. Plant Soil 123: 27-37.
- Porta, J; López, M; Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2 ed. Mundi-Prensa. 929 p.
- Ponce, R. 2020. Aplicación de enmiendas para la recuperación de suelos degradados y efecto en el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata*) en la microcuenca del Monzón. Tesis de Maestro en ciencias agrícolas mención en cultivos tropicales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1794>
- Pool, L; Trinidad, A; Etchevers, JD; Pérez, J; Martínez, A. s/f. Mejoradores de la fertilidad del suelo en la agricultura de ladera de los altos de Chiapas. México.
- Puente, H. 2009. Efecto de la densidad de siembra en el sistema de hileras pares en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad 'red kidney' en condiciones de Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 81 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/134>
- Ramírez, R; Fernández, SM; Lizaso, JI. 2001. Changes in phosphorus and calcium in rhizosphere of aluminum-tolerant maize germplasm fertilized with phosphate rock. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 32(1):1551-1565.

- Ricse, ER. 2018. Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteña – Satipo. Tesis Ing. Agrónomo. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 63 p. [En línea]: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4880/Ricse%20%20%20Gala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rubenacker, A; Campitelli, P; Sereno, R; Ceppi, S. 2011. Recuperación química de un suelo degradado mediante la utilización de un vermicomposto. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2(2):83-95. [En línea]: <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323627682008.pdf>
- Ruiz, V. 2011. Efecto de la dolomita en las propiedades físicas y químicas del suelo, en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) bajo condiciones de acidez, en Ricardo Palma - Naranjillo. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables – Mención Conservación de Suelos y Agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 80 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/430>
- Salazar, E; Trejo, HI; Vázquez, C; López, JD. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Revista Internacional de botánica experimental. 76 (1):169-185.
- Salisbury, FB; Ross, CW. 1994. Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamérica. México, D. F. 759 p.
- Senesi, N; Miano, T; Brunetti, G. 1996. Humic-like substances in organic amendments and effects on native soil humic substances. In: Humic substances in terrestrial ecosystems. Edited by A. Piccolo (Elsevier Science).
- Sequera, O; Ramírez, R. 2003. Fósforo, calcio y azufre disponibles de la roca fosfórica acidulada con ácidos sulfúrico y tiosulfato de amonio. Interciencia 28(1):604-610.
- Sequera, O; Ramírez, R. 2013. Roca fosfórica acidulada con ácido sulfúrico y tiosulfato de amonio como fuente de fósforo para frijol en dos tipos de suelo. Bioagro. 25(1):39-46.
- Sikora, FJ. 2002. Evaluating and quantifying the liming potential of phosphate rocks. Nut. Cyc. Agroecosys. 63(1):59–67.

- Sinclair, AG; Johnstone, PD; Smith, LC; O'Connor, MB; Nguyen, L. 1993. Agronomy, modelling and economics of reactive phosphate rocks as slow-release phosphate fertilizers for grasslands. *Fert. Res.* 36(1):229–238.
- Stoyan, H; De Polli, H; Böm, S; Robertson, GP; Leedor, PA. 2000. Spatial heterogeneity of soil respiration and related properties at the plant scale. *Plant Soil* 222: 203-214.
- Tester, C. 1990. Organic amendment effects on physical and chemical properties of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:827-831.
- Tisdale, SL; Beaton, JD; Havlin, JL; Nelson WL. 1999. Nitrogen transformations in soil. In: Tisdale, S. L.; Beaton, J. D.; Havlin, J. L. and Nelson, W. L. *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. 6th (Ed.). Prentice-Hall, New Jersey, USA. 108-135 p.
- Tisdall, JM & JM Oades. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.* 33: 141-163.
- Trejo, HI; Salazar, S; López, JD; Vázquez, C. 2013. Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 4(5):727-738.
- Truong, B; Montange, D. 1998. The African experience with phosphate rock, including Djebel Onk, and case studies in Brazil and Vietnam. In: A.E. Johnston y J.K. Syers, eds. *Nutrient management for sustainable food production in Asia*, pp. 133–148. Proc. IMPHOSAARD/CSAR. Wallingford, Reino Unido, CAB International.
- Tuesta, JC. 2003. Fertilización fosfopotásica en el frijol variedad 'chaucha' (*Phaseolus vulgaris* L.), en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 68 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/516/AGR-463.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNODC (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito). 2017. Monitoreo de Cultivos de Coca 2017. Informe técnico 113 p. [En línea]: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Peru/Peru_Monitoreo_de_Cultivos_de_Coca_2017_web.pdf

- Villagaray, SM. 2014. Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylon coca*) En VRAEM, Perú, con aplicación de Tecnología Agroforestal. RevActaNova. 6(3):210-224. [En línea]: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892014000100004
- Webster, R. 1985. Quantitative spatial analysis of soil in the field. Adv. Soil Sci. 3(1)2-70.
- Zavala, J. 2000. Estudio Morfopedológico, como Base para la recuperación de suelos, degradados en Tingo María. Tesis Maestría. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 145 p.

IX. ANEXOS

Anexo A. Base de datos

Cuadro 23. Matriz de datos.

Bloque	MO	Encalado	Trat.	H (cm)	D (mm)	MS (g)	Rdto (g)
1	Ninguno	Ninguno	1	26.06	3.88	14.80	11.75
1	Ninguno	2 RF	2	30.22	3.94	15.75	25.43
1	Ninguno	4 RF	3	29.80	5.46	16.11	49.56
1	Ninguno	2 Do	4	22.72	3.31	13.84	12.05
1	Ninguno	4 Do	5	29.33	4.42	16.79	18.04
1	Gallinaza	Ninguno	6	43.22	6.26	32.29	95.86
1	Gallinaza	2 RF	7	42.09	6.22	24.81	166.87
1	Gallinaza	4 RF	8	50.59	6.97	30.55	171.30
1	Gallinaza	2 Do	9	49.65	6.02	39.05	195.10
1	Gallinaza	4 Do	10	49.04	6.22	39.52	177.43
1	Vacuno	Ninguno	11	35.22	5.03	16.78	78.46
1	Vacuno	2 RF	12	33.70	4.65	21.86	88.04
1	Vacuno	4 RF	13	43.69	5.93	19.99	96.66
1	Vacuno	2 Do	14	42.44	5.86	22.49	123.23
1	Vacuno	4 Do	15	38.26	5.70	23.37	129.94
2	Ninguno	Ninguno	1	32.65	4.57	12.82	36.90
2	Ninguno	2 RF	2	28.72	3.76	11.64	59.70
2	Ninguno	4 RF	3	37.30	4.84	17.24	67.45
2	Ninguno	2 Do	4	30.28	4.20	13.05	35.28
2	Ninguno	4 Do	5	23.19	3.12	11.21	36.28
2	Gallinaza	Ninguno	6	47.09	5.83	25.97	148.94
2	Gallinaza	2 RF	7	50.72	6.97	31.42	151.58

Bloque	MO	Encalado	Trat.	H (cm)	D (mm)	MS (g)	Rdto (g)
2	Gallinaza	4 RF	8	47.93	6.08	27.35	154.62
2	Gallinaza	2 Do	9	52.74	5.80	19.65	157.61
2	Gallinaza	4 Do	10	46.89	6.15	15.62	164.40
2	Vacuno	Ninguno	11	36.35	5.13	22.35	99.79
2	Vacuno	2 RF	12	44.61	5.30	27.64	124.24
2	Vacuno	4 RF	13	48.87	5.65	17.40	138.29
2	Vacuno	2 Do	14	45.48	5.88	24.74	129.04
2	Vacuno	4 Do	15	35.44	4.79	19.41	138.16
3	Ninguno	Ninguno	1	28.65	3.70	14.66	36.48
3	Ninguno	2 RF	2	31.20	3.82	16.77	56.60
3	Ninguno	4 RF	3	34.87	4.02	26.00	47.91
3	Ninguno	2 Do	4	37.13	4.45	18.87	43.88
3	Ninguno	4 Do	5	32.44	3.59	17.36	45.54
3	Gallinaza	Ninguno	6	53.37	6.48	39.75	157.93
3	Gallinaza	2 RF	7	59.50	7.09	41.79	158.83
3	Gallinaza	4 RF	8	50.81	5.90	30.62	160.39
3	Gallinaza	2 Do	9	52.48	6.34	33.36	161.69
3	Gallinaza	4 Do	10	52.20	5.15	19.47	161.56
3	Vacuno	Ninguno	11	45.19	5.32	21.99	151.63
3	Vacuno	2 RF	12	38.70	4.62	14.44	161.16
3	Vacuno	4 RF	13	41.74	4.98	21.40	166.75
3	Vacuno	2 Do	14	48.72	5.53	27.43	125.34
3	Vacuno	4 Do	15	36.48	4.89	17.33	132.06

MO: materia orgánica; Trat.: tratamiento; H: altura total en centímetros; D: diámetro del tallo en milímetros; MS: materia seca; Rdto: rendimiento en gramos.

Anexo B. Fotografías



Figura 20. Terreno antes de instalar el experimento.



Figura 21. Delimitación de la parcela experimental.



Figura 22. Muestreo de suelos.



Figura 23. Preparación de los tratamientos.



Figura 24. Alineado de curvas a nivel empleando caballete.



Figura 25. Siembra del frijol.



Figura 26. Germinación del frijol chaucha.



Figura 27. Parcela experimental con sus respectivos bloques.



Figura 28. Aplicación de fungicida.



Figura 29. Unidad experimental y el efecto de borde.



Figura 30. Medición del diámetro de tallo.



Figura 31. Plantas de frijol en desarrollo.



Figura 32. Registro de datos recolectados.



Figura 33. Floración de las plantas de frijol chaucha.



Figura 34. Presencia de hongos en las plantas de frijol chaucha.



Figura 35. Visita por parte de los jurados calificadoros de la tesis.



Figura 36. Legumbres y granos de frijol chaucha.



Figura 37. Muestras vegetales de frijol para la biomasa.



Figura 38. Muestreo con cilindros para la densidad aparente.



Figura 39. Secado de las muestras de suelos para la densidad aparente.



Figura 40. Muestras de suelos para su análisis respectivo.

Anexo C. Mapas



Figura 41. Mapa de ubicación de la parcela experimental.



Tingo María, 21 de octubre de 2020

ESTACION : TINGO MARIA

AÑO : 2019

ATENCION: RECIBO N°001-616405 SIAS BAYLON DELIA YOLANDA

COORDENADAS GEOGRAFICAS:

LATITUD 09° 18' 00" SUR LONGITUD: 76° 01' 00" OESTE ALTITUD 660msnm

AÑO 2019

MESES	TEM. MAX (°C)	TEM. MIN (°C)	TEM. MED (°C)	H.R (%)	P.P (MM)	HORAS (SOL)
JULIO	30.3	20.2	25.2	84	91.6	420.8
AGOSTO	31.2	16.3	25.3	82	41.5	554.2
SETIEMBRE	31.4	20.5	25.9	82	104.7	547.4
OCTUBRE	30.4	20.8	25.6	84	275.1	458.0
NOVIEMBRE	31.1	21.3	26.2	82	159.5	363.8
DICIEMBRE	29.8	21.3	25.5	86	146.5	267.8

Dr. Lucio Manrique de Lara Suárez
Jefe del Gabinete de Meteorología y Climatología

Copia : Archivo

Figura 42. Datos meteorológicos del periodo de ejecución del estudio.

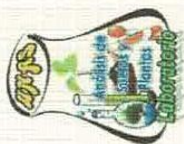


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		PROCEDENCIA																			
SIAS BAYLON DELIA YOLANDA		PROVINCIA				LAS LOMAS - TINGO MARIA				DISTRITO				RUPA RUPA HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA CULTIVO		ANÁLISIS MECANICO		pH		M.O.		LEONCIO PRADO		CIC		CAMBIABLES Cmol(+)/kg		REGION		%		%			
N°	CODIGO DEL LAB.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	N	P	K	disponible ppm	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CiCe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
1	S1061	56	25	19	Franco Arcillo Arenoso	4.88	2.56	0.13	5.12	81.46	---	1.70	0.84	-	-	3.82	0.44	6.80	37.34	62.66	56.19

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 24 DE AGOSTO 2019

RECIBO N° 0587970



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing. Luis G. Manaylla Minaya
JEFE



Figura 43. Resultados del análisis inicial del suelo.

ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: DELIA YOLANDA SIAS BAYLON										PROCEDENCIA: LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO													
N°	CODIGO DEL LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K disponible	CIC	CAMBIABLES						CICe	%	%	%
		CULTIVO	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo	Textura							1:1	%	%	ppm	ppm	Ca				
1	S0475	LEGUMINOS A CHAUCHA	T1	55	26	19	Francos Arcillo Arenoso	4.24	1.26	0.06	5.60	143.94	----	1.23	0.23	--	--	3.86	1.14	6.46	22.64	77.36	59.72
2	S0476	LEGUMINOS A CHAUCHA	T2	51	32	17	Francos Arcillo Arenoso	4.98	1.24	0.06	10.58	134.94	----	3.34	0.21	--	--	1.78	0.42	5.74	61.69	38.31	30.99
3	S0477	LEGUMINOS A CHAUCHA	T3	55	28	17	Francos Arcillo Arenoso	5.20	1.22	0.06	14.11	188.67	----	3.17	0.63	--	--	1.40	0.50	5.70	66.66	33.34	24.57
4	S0478	LEGUMINOS A CHAUCHA	T4	57	24	19	Francos Arcillo Arenoso	5.13	1.66	0.08	6.64	113.20	----	3.21	0.83	--	--	1.23	0.47	5.74	70.40	29.60	21.42
5	S0479	LEGUMINOS A CHAUCHA	T5	51	32	17	Francos Arcillo Arenoso	5.04	1.36	0.07	4.32	150.93	----	3.58	0.68	--	--	1.28	0.32	5.86	72.70	27.30	21.84
6	S0480	LEGUMINOS A CHAUCHA	T6	55	24	21	Francos Arcillo Arenoso	5.38	1.41	0.07	13.06	81.96	----	7.46	1.95	--	--	0.34	0.16	9.90	94.95	5.05	3.43
7	S0481	LEGUMINOS A CHAUCHA	T7	57	24	19	Francos Arcillo Arenoso	5.19	1.44	0.07	12.82	157.18	----	7.06	1.11	--	--	0.55	0.15	8.87	92.11	7.89	6.20
8	S0482	LEGUMINOS A CHAUCHA	T8	55	30	15	Francos Arcillo Arenoso	5.11	1.18	0.06	8.81	213.16	----	5.53	1.02	--	--	0.74	0.46	7.74	84.50	15.50	9.56

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 00611006

TINGO MARIA, 13 DE FEBRERO 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS




 Ing. Luis G. Mansilla Minayve
 JEFE

Figura 44. Resultados se análisis de suelos (parte I).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - WhatsApp 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: DELIA YOLANDA SIAS BAYLON										PROCEDENCIA: LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO												
N°	CODIGO DEL LAB.	CULTIVO	REFERENCIA	ANÁLISIS MECANICO			pH 1:1	M.O. %	N %	P disponible ppm	K ppm	CIC	CAMBIABLES Cmo(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. AI
				Arena %	Arcilla %	Limo %							Textura	Ca	Mg	K	Na	AI				
9	S0483	LEGUMINOS A CHAUCHA	T9	53	32	15	5.43	1.23	0.06	7.61	260.14	----	4.24	0.90	--	--	0.26	0.14	5.54	92.77	7.23	4.70
10	S0484	LEGUMINOS A CHAUCHA	T10	53	28	19	5.54	1.14	0.06	9.21	145.94	----	7.56	1.75	--	--	0.05	0.15	9.51	100.00	0.00	0.00
11	S0485	LEGUMINOS A CHAUCHA	T11	53	28	19	4.58	1.37	0.07	6.32	209.91	----	3.02	0.69	--	--	3.14	0.06	6.90	53.64	46.36	45.49
12	S0486	LEGUMINOS A CHAUCHA	T12	51	30	19	5.25	1.26	0.06	5.20	170.93	----	7.14	1.29	--	--	0.90	0.05	9.38	89.87	10.13	9.60
13	S0487	LEGUMINOS A CHAUCHA	T13	51	30	19	5.20	1.32	0.07	10.50	131.37	----	3.59	0.90	--	--	0.90	0.09	5.48	81.93	18.07	16.43
14	S0488	LEGUMINOS A CHAUCHA	T14	53	26	21	5.14	1.33	0.07	7.93	90.71	----	2.69	0.76	--	--	1.15	0.05	4.65	74.18	25.82	24.74
15	S0489	LEGUMINOS A CHAUCHA	T15	55	28	17	4.27	1.41	0.07	5.28	165.43	----	5.70	1.00	--	--	2.20	0.03	8.93	75.04	24.96	24.62

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO 001 N° 00611006
TINGO MARIA, 13 DE FEBRERO 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mansilla Minave
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Laboratorio de Análisis de Suelos

Figura 45. Resultados se análisis de suelos (parte II).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		SIAS BAYLON DELIA YOLANDA				PROCEDENCIA:		LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO																					
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL										RESULTADOS EN BASE SECA																	
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)																	
		MATERIA SECA		Materia Organica (%)		Cenizas (%)		N (%)		P ₂ O ₅ (%)		Ca (%)		Mg (%)		K (%)		Na (%)		Cd ppm		Pb ppm		Cu ppm		Fe ppm		Zn ppm	
Código	Tipo	Humedad Hd (%)		80.39	13.14	85.95		14.05		1.79	1.17	0.63	0.72	0.28	0.08	1.18	VND	14	1075	27			64						
ME2019_0279	E. vacuno	6.47																											

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 15 DE AGOSTO DEL 2019

RECIBO N° 0586307




Figura 46. Análisis del estiércol de vacuno.

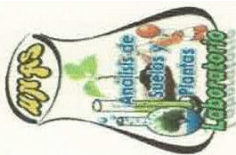


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		SIAS BAYLON DELIA YOLANDA				PROCEDENCIA:				LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO								
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL								RESULTADOS EN BASE SECA								
		EN BASE HUMEDA		MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)				PARTES POR MILLON (ppm)						
Código	Tipo	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME2019_0278	Gallinaza	4.07	35.32	60.61	36.82	63.18	1.63	1.68	6.00	5.26	1.88	0.59	1.25	6.77	58	8805	295	214

VND. VALOR NO DETECTABLE

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 15 DE AGOSTO DEL 2019

RECIBO N° 0586307




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Luis G. Manaylla Minaya
Ing. Luis G. Manaylla Minaya
JEFE



Figura 47. Análisis de la gallinaza.




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Carretera Central Km 2.21 - Tingo María - Huanuco / Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:	SIAS BAYLON DELIA YOLANDA	PROCEDENCIA:	LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO
---------------------	---------------------------	---------------------	---

Datos de la Muestra			
Cod. Lab	Estado Físico	Color	Tipo
ME0280	Sólido	Crema	dolomita


Ca (%)	Mg (%)	CaO (%)	MgO (%)
12.92	13.59	18.09	22.65

FECHA: 15 de agosto del 2019


MUESTREADO: por el solicitante

RECIBO N° 001-0587769

METODOLOGIA
Ca: E. Absorción Atómica
Mg: E. Absorción Atómica




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB ANALISIS DE SUELOS



Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE

Figura 48. Análisis de la dolomita.




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Carretera Central Km 2.21 - Tingo María - Huanuco / Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com




ANÁLISIS ESPECIAL


SOLICITANTE:	SIAS BAYLON DELIA YOLANDA	PROCEDENCIA:	LAS LOMAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO
Datos de la Muestra			
Cod. Lab	Estado Físico	Color	Tipo
ME0281	Arena de grano fino	marrón - plomo	Roca Fosforica
		Ca (%)	P₂O₅ (%)
		20.62	20.52

FECHA: 15 de agosto del 2019
 MUESTREADO: por el solicitante
 RECIBO N° 001-0587769


METODOLOGIA
Ca: E. Absorción Atómica
Mg: E. Absorción Atómica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - ETSIA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 Laboratorio de Análisis de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS



Mg. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE

Figura 49. Análisis de la roca fosfórica.