

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRICOLAS  
MENCIÓN EN CULTIVOS TROPICALES**



**APLICACIÓN DE ENMIENDAS PARA LA RECUPERACIÓN DE  
SUELOS DEGRADADOS Y EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL  
FRIJOL (*Vigna unguiculata*) EN LA MICROCUENCA DEL  
MONZÓN.**

**TESIS**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRICOLAS  
MENCIÓN EN CULTIVOS TROPICALES**

**RODRIGO PONCE ESCOBAL**

**Tingo María – Perú**

**2020**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Nro. 044 -2019-EPG-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 9:00am del día viernes 06 de diciembre del 2019, reunidos en el Aula de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"APLICACIÓN DE ENMIENDAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Vigna Unguiculata* L.) EN LA MICROCUENCA DEL MONZÓN"**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, mención Cultivos Tropicales, **Rodrigo Ponce Escobal**.

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 10:40am 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.

.....  
Dr. HUGO A. HUAMANI YUPANQUI  
**Presidente del Jurado**

.....  
M.Sc. JOSÉ LEVANO CRISOSTOMO  
**Miembro del Jurado**

.....  
M.Sc. VICTORINO RIVAS PULACHE  
**Miembro del Jurado**

.....  
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO  
**Asesor**



**\*EL TITULO FUE MODIFICADO POR LOS MIEMBROS DE JURADO, EN UNANIMIDAD.**

## DEDICATORIA

A Dios, doy fe por darme salud y estar siempre en mi camino y me permita realizarme profesionalmente, su presencia me acompaña a donde quiera que vaya.

A mi hija Vanessa Milena Ponce Rojas por su apoyo de orientación intelectual para seguir superándome como tal en la formación académica e impulsando el deseo constante de verme realizado como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros del jurado de tesis, presidente Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, a los miembros M. Sc. José D. Lévano Crisóstomo, M. Sc Victorino Rivas Puláche, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, asesor de la presente tesis, por su apoyo en la elaboración, ejecución, culminación redacción y corrección de la investigación científica.
- A mis queridas hijas Vanessa Milena, Maybee Lizet, Yesica Maribel, Hiber, a mi querida esposa Doris Rojas Tello por su apoyo moral y económico que hicieron durante todo el desarrollo del trabajo de investigación.
- A mis compañeros de estudios Ing. Benancio Pantoja Medina, por su apoyo incondicional en la formación de mi especialidad

## ÍNDICE GENERAL.

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISION DE LITERATURA.....	12
2.1. Degradación de los suelos.....	12
2.2. Contenido de nutrientes en suelos degradados .....	13
2.3. Característica poblacional.....	14
2.3.1. La dinámica económica en zonas cocaleras que degradan suelos. ....	15
2.4. La producción cocalera degradador del suelo.....	15
2.5. Tenencia de la tierra .....	17
2.6. Materia orgánica del suelo .....	17
2.6.1. Características de la gallinaza. ....	20
2.6.2. Uso de la gallinaza como fertilizantes. ....	20
2.7. La roca fosfórica para aplicación directa en la agricultura.....	<b>¡ERROR!</b>
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
2.7.2. Limitaciones del uso de la roca fosfórica: .....	22
2.7.3. Roca fosfatada .....	22
2.7.4. Clasificación de las rocas según su solubilidad .....	24
2.7.5. Reacciones entre las rocas fosfóricas y el suelo.....	25
2.8. Dolomita. ....	28
2.9. Yeso agrícola.....	30
2.10. Frijol caupí. ....	32
2.10.1. Origen, distribución y taxonomía.....	32
2.10.2. Descripción botánica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.10.3. Producción de frijol .....	33
2.10.4. Densidades y rendimientos.....	34
2.10.5. Requerimientos edafoclimáticos .....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. Lugar de ejecución .....	36
3.2. Metodología.....	36
3.2.1. Limpieza y nivelación del área .....	36

3.2.2.	Adquisición de enmiendas y gallinaza .....	36
3.2.3.	Análisis inicial del suelo .....	37
3.2.4.	Instalación de abono verde .....	37
3.2.5.	Análisis químico de la gallinaza .....	37
3.2.6.	Aplicación de la gallinaza y las enmiendas .....	37
3.2.7.	Siembra del frijol caupí .....	37
3.2.8.	Deshierbo y aporque .....	38
3.2.9.	Control de plagas y enfermedades .....	38
3.2.10.	Cosecha .....	38
3.2.11.	Diseño de investigación .....	38
3.2.12.	Prueba de comparación de medias .....	40
3.2.13.	Variables.....	40
3.2.14.	Niveles de Gallinaza. ....	40
3.3.	Parámetros a evaluar .....	41
3.3.1.	Propiedades físicas .....	41
3.3.2.	Propiedades químicas .....	41
3.3.3.	Propiedades biológicas.....	42
3.3.4.	Altura de la planta.....	42
3.3.5.	Diámetro del tallo del frijol caupí .....	42
3.3.6.	Materia seca .....	42
3.3.7.	Rendimiento del frijol caupí.....	42
3.3.8.	Características del campo experimental .....	43
IV.	RESULTADOS .....	44
4.1.	Evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con aplicación de gallinaza.....	44
4.1.1.	Propiedades físicas.....	44
4.1.2.	Propiedades químicas .....	47
4.1.3.	Propiedades biológicas.....	50
4.1.4.	Parámetros biométricas del frijol caupí .....	51
4.2.	Interacción entre gallinaza con enmiendas químicas .....	55
4.2.1.	Propiedades físicas del suelo .....	55
4.2.2.	Propiedades químicas del suelo .....	61
4.2.3.	Propiedades biológicas del suelo.....	65
4.2.4.	Parámetros biométricas del cultivo de frijol .....	67

4.3. Análisis de relación de beneficio-costo (B/C) .....	71
V. CONCLUSIONES .....	73
VI. RECOMENDACIONES .....	75
VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA .....	76
VIII. ANEXO .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS.

		Pág.
1.	Modelo del ANVA .....	40
2.	Descripción de los tratamientos en estudio.....	42
3.	Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo en función a los tratamientos en estudio .....	45
4.	Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para propiedades físicas del suelo (arena, arcilla, limo, densidad e infiltración) con la aplicación de enmiendas.....	46
5.	Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo en función a los tratamientos en estudio.....	48
6.	Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para propiedades químicas del suelo (pH, M.O., P, K <sub>2</sub> O, CIC y Sat. Al) con la aplicación de enmiendas.....	50
7.	Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo en función a los tratamientos en estudio.....	51
8.	Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las propiedades biológicas del suelo con la aplicación de enmiendas.....	51
9.	Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biométricas del cultivo de frijol Caupí, en función a los tratamientos en estudio .....	52
10.	Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las propiedades biométricas del cultivo de frejol Caupi con la aplicación de enmiendas .....	54
11.	Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).....	57
12.	Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola), en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.....	59



13. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de interacción para gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.....	60
14. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo en función gallinaza (A) y enmiendas químicas (B) .....	61
15. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola), en el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo.....	63
16. Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para intersección de gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo.....	64
17. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).....	66
18. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas, en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo .....	66
19. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.....	67
20. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para parámetros biométricos del cultivo de frijol Caupi, en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B) .....	68
21. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas, en parámetros biométricos del cultivo de frijol (Caupi) .....	69
22. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), para parámetros biométricos del cultivo de frijol (Caupí). .....	70
23. Análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Área Cultivada de hoja de coca – Valle del Monzón .....	16
2. Esquema de evolución de la materia orgánica que llega al Suelo .....	19
3. Detalle del Croquis de la parcela experimental .....	83
4. Croquis de la parcela experimental .....	83
5. Análisis de suelos submuestras, del 1 al 7 .....	83
6. Análisis de suelos submuestras, del 8 al 14 .....	83
7. Análisis de suelos submuestras, del 15 al 21 .....	83
8. Análisis de suelos submuestras, del 21 al 28 .....	83
9. Análisis de suelos inicial .....	83
10. Análisis de la gallinaza .....	83
11. Análisis de la roca fosfórica .....	83
12. Análisis de la dolomita .....	83
13. Preparación del terreno .....	90
14. Siembra, deshierbo y medición del frijol caupí .....	90
15. Longitud de vainas y conteo de número de granos.....	91
16. Visita de los miembros del jurado al campo experimental.....	91

## I. INTRODUCCIÓN.

En el caso del Perú existen muchísimos problemas relacionados a la degradación de los suelos, por la erosión hídrica, eólica, la erosión química, por la quema y tala indiscriminada de bosques, etc. son aspectos vigentes que es necesario conocer, uno de estos temas ocurre en zonas tropicales de la selva alta, para establecer cultivos ilícitos como la hoja de coca (ZAVALA, 1999). El deterioro de la capacidad productiva de los suelos se debe en especial a la disminución de la materia orgánica por los efectos de la erosión, en este sentido la alternativa para solucionar los problemas de suelos degradados que causan la disminución de la producción es la aplicación de materia orgánica (FAO, 2002).

En la zona de Leoncio Prado y el Monzón, la degradación de suelos es tema vigente y dramático pues los agentes que coadyuva a ello son: La deforestación, la erosión contaminación de los suelos, los pequeños agricultores, quienes muchas veces por desconocimiento sobre los impactos ambientales, deforestan y queman tierras forestales para la implantación de diferentes cultivos agrícolas, para de esta manera aumentar sus ingresos económicos. En estos últimos años se ha degradado los suelos con la utilización de agroquímicos y pesticidas para aumentar el nivel productivo de estas tierras, este es el caso de un cultivo intensivo y el mal manejo del cultivo de la coca, el problema que se aprecia son las condiciones del suelo, la degradación que es el proceso erosivo en que se encuentra, por lo que se hace difícil localizar un sistema productivo competitivo, que apruebe suplantarse el cultivo de la coca, que resulta muy complejo mientras la hoja de coca o sus derivados brinden un precio muy superior (MOLINA y MELÉNDEZ 2002).

En ese sentido se plantea generar metodologías para la recuperación de suelos degradados, principalmente con medidas de manejo y conservación se reduzcan o mitiguen la “degradación de los suelos en la microcuenca del Monzón”, a través de la aplicación de diferentes materiales encañantes y abonos orgánicos que nos permitirá modificar el pH, aumentar la CIC, reducir la saturación de aluminio e incrementar el nivel de la materia orgánica y la concentración del nitrógeno y fósforo en los suelos.

Se persigue la recuperación de los suelos degradados a través, del mejoramiento de ciertas características químicas, físicas y biológicas del suelo estudiado, con la aplicación de materiales encalantes a diferentes dosis, sumado el uso del abono orgánico de estiércol de aves o gallinaza a dos niveles, se trata de evaluar el rendimiento del frejol caupí como consecuencia del efecto de los materiales encalantes y el abono orgánico de gallinaza.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de la gallinaza y las enmiendas químicas en la recuperación de suelos degradados y en el rendimiento del frijol *Vigna uniculata* L. en la Microcuenca de Monzón.

### **Objetivos específicos:**

1. Determinar el efecto de los niveles de la gallinaza en la recuperación de algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo estudiado.
2. Determinar el efecto de las enmiendas químicas (dolomita, roca fosfórica y yeso agrícola) en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
3. Determinar la influencia de niveles de gallinaza y enmiendas químicas (dolomita, roca fosfórica y yeso agrícola) en los parámetros biométricos del cultivo de *Vigna uniculata* L.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Degradación de los suelos.

La degradación de suelos impone importantes cambios en el ambiente y la seguridad alimentaria, así como en aspectos económicos y socioeconómicos: desequilibrios en los rendimientos y producción, ocasionando una ruptura del equilibrio tradicional entre las actividades agrícolas, además del deterioro del patrimonio ecológico y paisajístico. Se propuso algunas definiciones en el “Convenio de Naciones Unidas de lucha contra la desertificación” donde se tocó el tema de la degradación de suelos, entendiéndose por degradación a la reducción o la pérdida de la capacidad productiva, deterioro biológico, que se traduce en pérdidas económicas, por la complejidad y fragilidad de las tierras agrícolas de secano, regadío, los pastizales, los bosques, que se pueden transformar en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los procedimientos de manejo de la tierra o por un proceso o una mezcla de procesos naturales, adjunto las consecuencias de acciones humanas (BRACAMONTE, 2009).

En el estudio de morfo pedológico como base para la recuperación de suelos degradados en Tingo María se identificó, más del 40 % de suelos degradados en la zona de Santa rosa de Shapajilla, Pumahuasi, Marona, principalmente en el gran paisaje Colinoso, entre las unidades fisiográficas de lomadas, colinas bajas, colinas altas y montañas bajas, por lo que era necesario desde los años ochenta plantear proyectos de recuperación y manejo de suelos degradados (ZAVALA, 1999).

Para realizar los estudios de suelos y la caracterización de la fertilidad se adopta el procedimiento convencional de levantamiento y mapeo de suelos que comprende la interpretación geomorfológica del territorio (paisaje) con el uso de imágenes satelitales para obtener unidades o elementos de paisaje. Sobre estas unidades, se realiza el muestreo y la descripción morfológica del perfil considerando la fertilidad de suelos a nivel regional (LOLI, 2012).

## 2.2. Contenido de nutrientes en suelos degradados

Indicadores poder medir la degradación de los suelos es la cantidad de macronutrientes que contienen estos suelos con niveles bajos de fósforo, menores de 7 ppm, nitrógeno menores de 0.2 % y potasio con contenidos menores de 300 kg/ha, es decir, en estos suelos al existir un alto porcentaje de saturación de Aluminio mayor de 50 % sería un indicador de alta toxicidad, que impide la asimilación de nutrientes a todo tipo de vegetación; por otro lado, si en el territorio o ambiente existen plantas como el rabo de zorro, la macorilla, chaca chaca y otras plantas, estas son indicadores de acidez o de suelos degradados infértiles pobres (MOLINA y MELÉNDEZ, 2002).

Para poder evaluar y determinar la fertilidad de los suelos, se debe considerar varios aspectos, como son: el potencial de Hidrógeno (pH), macro nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), materia orgánica, saturación de bases, salinidad, alcalinidad, contenido de aluminio, CICe (CIC efectiva), CIC total, y disponibilidad de los nutrientes. El potencial de hidronio (pH) indica la acidez que poseen los suelos; se puede asegurar que un suelo demasiado ácido restringe el aprovechamiento de nutrientes a los cultivos; por otro lado, los suelos exageradamente alcalinos restringen el desarrollo de los cultivos y por defecto los suelos. En las regiones tropicales los suelos tienden a ser ácidos por naturaleza, sin embargo, la toxicidad del aluminio es un factor limitante, ya que puede existir suelos con pH 4.5 y 20 % de saturación de aluminio u otros suelos con pH 4.4 y 65 % de saturación de aluminio. La degradación de suelos es una complicación para los agricultores y que, a pesar de estar amenazando la seguridad alimentaria de millones de personas a nivel global, tiende a ser ignorado por los gobiernos y la población en general (ZAVALA, 1999).

FAO (2007), sostiene que si bien existe una progresiva preocupación sobre el problema de la degradación de suelos en toda América Latina por parte de distintas organizaciones internacionales de investigación, agencias de planificación agrícola y desarrollo; la salida para este problema depende sobre todo de los gobiernos, en todos sus niveles tienen el compromiso inaplazable de

crear mayor conocimiento en la población acerca del deterioro del recurso suelo y de su efecto negativo sobre la producción agrícola y la economía de un país.

Los fundamentos de la degradación de suelos tienen su comienzo en diversos componentes como: los socioeconómicos, en la sobreexplotación de la capacidad de uso de las tierras y en prácticas de conducción de suelo y agua incorrectos. La información adecuada de investigación sobre los tipos, causas, grado y severidad de la degradación de tierras es todavía escasa en la mayoría de los países de América Latina. Esta falta de información obstaculiza considerablemente la personalización y la puesta en práctica de estrategias positivas de conservación y recuperación de suelos (AMEZQUITA, 1992).

En el caso del “Valle del Monzón”, que está dedicado básicamente a la siembra de la hoja de coca y que, habiendo mantenido cierta estabilidad en el monocultivo, este habría ocupado la mayor prolongación de suelos, quedando escenarios pequeños para el establecimiento de nuevas áreas con nuevos cultivos. Frente a este hecho, se ha podido apreciar en campo, que existe una perceptible preferencia de enriquecer las plantaciones antiguas con plantas jóvenes (recalce), con el fin de aumentar la densidad de plantas por hectárea y consecuente los rendimientos de hoja de coca. La actividad cocalera en el Monzón viene de muchos años atrás, por lo que es habitual hallar plantaciones a más de 30 años de antigüedad, siendo calificado como la de más bajo rendimiento (1200 kg/ha), comparada con otros sectores del alto Huallaga (MUNICIPALIDAD DE LEONCIO PRADO, 2015).

### **2.3. Característica poblacional.**

De acuerdo al HERNÁNDEZ (2006), en la subcuenca del “Monzón”, la población ascendió de 14,425 habitantes en el 2002 a 16,553 habitantes durante el año 2006, la procedencia de estas personas, se puede alegar que el 41 % son naturales del valle y el 59 % son foráneos, oriundos de la selva (53 %), de la región andina (44 %) y de la costa (3 %). Los andinos, proceden primordialmente de las provincias de Pachitea, Huánuco y Dos de Mayo (68 %) y los de la selva,

proceden de las provincias andino amazónicas de Huamalíes y Leoncio Prado en Huánuco (94.6 %), la otra parte descienden de Ucayali y San Martín.

### **2.3.1. La dinámica económica en zonas cocaleras que degradan suelos.**

Con la llegada de los ciudadanos andinos al Valle del Monzón, la coca, se inició como un cultivo familiar precursor, y era el primordial bien o producto que utilizaban para hacer intercambio o trueque con otros bienes andinos, aparte de la coca, se cultivaba caña de azúcar para la elaboración de aguardiente y chancaca. Durante la década de los años 50, existían 12 destilerías de aguardiente en la región. Por lo general la producción agropecuaria se consignaba al autoconsumo a nivel local y un mínimo porcentaje era llevado a los mercados de la ciudad de Tingo María (HERNÁNDEZ, 2006).

Hasta el año 1970, toda la producción agropecuaria era destinada al autoconsumo, los movimientos económicos respectivamente importantes fueron: la fabricación y comercialización de alcohol y aguardiente de caña de azúcar y en pequeño valor el café, caucho y la hoja de coca que era una de las actividades habituales medida por el mismo estado. Al haber grandes pérdidas en la actividad comercial de los derivados de la caña de azúcar, la crisis del café, el derrumbe de los costos de cultivos temporales como lo son el maíz y el arroz, la coca empieza a revelarse como una actividad significativa producida con fines ilícitos. De esta forma, se narcotiza la economía local creando así un proceso de violencia y corrupción social, que se acrecienta durante 1983 con la presencia del terrorismo en el caserío de Monzón, hasta 1999, al año 2000 el uso del suelo estaba consignado para la obtención de coca (HERNÁNDEZ, 2006)

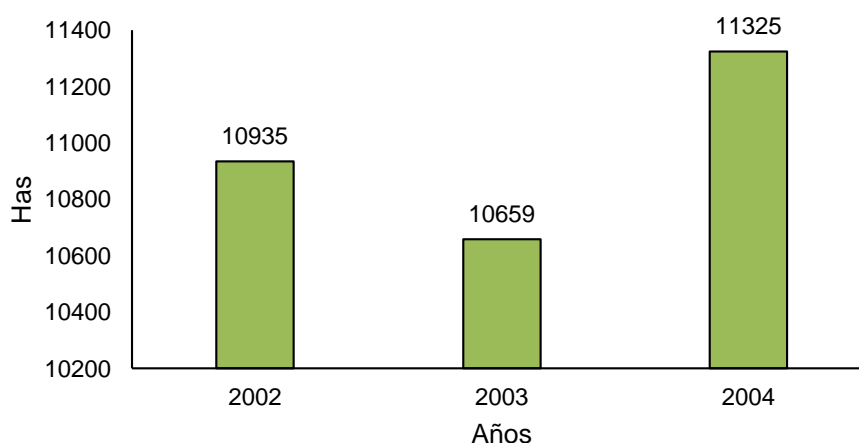
### **2.4. La producción cocalera degradador del suelo**

Durante los años 50, la hoja de coca, en el “Valle del Monzón” emprendió un paso de expansión sostenida, conquistando el interés de pobladores oriundos



de las zonas andinas de Huánuco y Ancash, para implantar en la parte alta y media del Valle. El estado a través del estanco de la hoja de coca, compraba la hoja de coca, durante el gobierno de Manuel Prado, se instaló una planta oficial de procesamiento de cocaína, en Huánuco, lo que dio parte a que la coca, aún legal, revelara un nuevo acrecentamiento en su superficie cultivada en la parte media y baja del Valle, “cocalizándose”, toda la cuenca (CHACÓN, 2011).

A partir del 70, como oposición a la progresiva demanda por la cocaína, el cultivo de la coca se propaga, aún más, a lo largo de toda la cuenca del río “Monzón”, teniendo preponderancia en todo el valle. Al año 2003 las extensiones cultivadas alcanzaron las 10.659 ha, envolviendo en su cultivo alrededor de 7.000 familias, es decir una posesión de 1.5 hectáreas de coca por familia. En el 2004, se registró 11,325 ha, equivalente al 67 % del total cultivado en el Alto Huallaga y el 22.5 % del total nacional que llegó a 50,300 ha (CHACÓN, 2011).



**Figura 1.** Área Cultivada de hoja de coca – Valle del Monzón.

Los antecedentes históricos de costos de la hoja de coca en el “Valle del Monzón”, durante 1985 y 1987 revelan que estos oscilaban entre US\$ 2.50 a US\$ 4.00 por kilogramo; para producir un kilogramo de hoja se invertía un costo promedio de US\$0.80; es decir, incluso antes de agosto del 89, el margen de ganancia para el productor cocalero era muy buena. Durante el año 1992 los precios oscilaron entre US\$2 y US\$3 por kilo y ocasionalmente llegaron a US\$4 por kilo; pero los costos constaron entre US\$2 y US\$2.5. A partir del año 2002

los precios reiteradamente se acrecientan, hoy en día la valoración de la hoja de coca esencialmente la que se cultiva en la cuenca alta del “Monzón” consigue promedios más elevados alcanzando los US\$ 35.0 dólares por arroba (11.5 Kg), equivalente a US\$ 3.0 por kilogramo, ganando transitoriamente inclusive hasta US\$ 50.0 equivalente a SD\$ 4.3 por kilogramo de hoja seca. Este precio es privilegiado a diferencia de lo que se paga en otras zonas de nuestro territorio nacional debido substancialmente a que posee un mayor contenido de alcaloide. En esta zona se requiere entre seis a siete arrobas de hoja por kilogramo de PBC bruta, en otras es necesario de 11 a 12 arrobas. Cabe indicar que el tiempo ha confirmado que los ingresos formados por la coca, que colectivamente está vinculado al narcotráfico no han distinguido una mejor calidad de vida del poblador, por el inverso, ha señalado permanecer con indicadores socioeconómicos de pobreza el cual se mantiene en la existente situación de la economía del poblador permanente en esta cuenca (HERNÁNDEZ, 2006).

## **2.5. Tenencia de la tierra**

En un estudio nuevo realizado sobre una muestra de los predios de los beneficiarios estacionados entre los 656 y 1,210 msnm; nos manifiestan que el 86 % de ellos cuentan con certificado de posesión y solo el 14 % poseen títulos de propiedad. Las extensiones en promedio de los predios de los beneficiarios están entre 10 y 9 hectáreas de bosque. Los bosques secundarios o empurmados fueron reconocidos en el 81 % de los predios, en promedio éstos tienen 5 hectáreas, la más amplia extensión se comprobó en Río Tigre 19.3 ha y en pequeña extensión en el caserío de Matapalo 1.8 ha (HERNÁNDEZ, 2006).

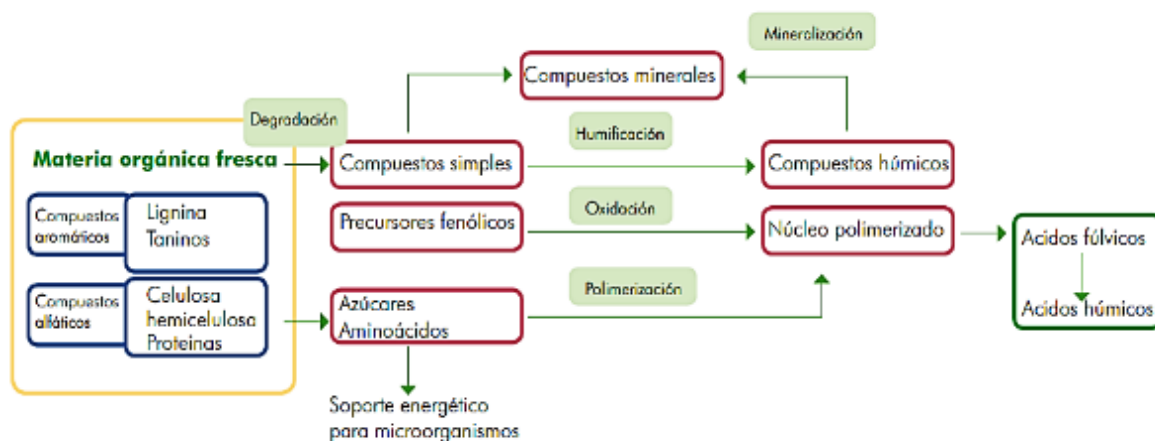
## **2.6. Materia orgánica del suelo**

La materia orgánica es considerada a toda fuente primaria como rastrojos, residuos de cosecha, mulch, mulchin y abonos verdes, así como fuentes secundarias en las que se considera a los diferentes estiércoles, como la gallinaza, estiércol de cuy, conejo, estiércol de vacuno y otros, estas fuentes primarias y secundarias presentan diferente composición en

contenido de celulosa, hemicelulosa, carbohidratos, grasas y lípidos así como ligninas y otros compuestos como ácidos fúlvicos húmicos y huminas, que influyen en la modificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (BIOFERMENTOS ORGANICOS, 2010).

CHACON (2011), menciona que no existe un conocimiento único sobre la materia orgánica en el suelo, se piensa que la materia orgánica es cualquier tipo de material de procedencia animal o vegetal que retorna al suelo posteriormente a un proceso de descomposición en el que intervienen diversos microorganismos; pueden ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que contribuyen al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir, todos estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, cambiando de una forma orgánica (seres vivos) a una forma inorgánica (mineral, soluble o insoluble).

La materia orgánica mejora las propiedades químicas: contribuyendo a la mayor cantidad de macronutrientes, como N, P, K, incrementando la disponibilidad de micronutrientes como Fe, Mn, Zn, y Cu, que disminuyen los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y el fierro, incrementando de esta manera la nutrición del fósforo, probablemente por el aumento de microorganismos que intervienen sobre los fosfatos. Es viable que la formación de complejos arcillo-húmicos o la quelatación que favorezca a solubilizar los fosfatos inorgánicos insolubles, las sustancias húmicas que agrandan la liberación de potasio fijado en las arcillas, interviniendo en la disponibilidad del nitrógeno que suministra un número superior de grupos funcionales (RÓMAN, 2013).



**Figura 2.** Esquema de la evolución de la materia orgánica que se incorpora al suelo (Adaptado de Ribó, 2004).

Estos minerales son filtrados por la solución suelo y posteriormente son aprovechados por las plantas y organismos, o asegurados hasta transformarse en humus, mediante el proceso de humificación. Este propio proceso acontece en una pila de compostaje en el suelo, compuesta por azúcares complejos (lignina, celulosa, hemicelulosas, almidón, presentes en los residuos vegetales principalmente) y proteínas (presente en los residuos animales substancialmente), es procesada por diversos microorganismos, que la descomponen para integrar otros microorganismos (ESTRADA, 2005).

Los microorganismos que estén presentes, por ejemplo, en el estiércol vacuno, siendo aplicado fresco al campo o al dejar el mojón sin remover pueden quedar los huevos y quistes de parásitos; por ello la aplicación de materia orgánica en el suelo debe ser una práctica constante, pensando no simplemente en acrecentar el porcentaje de materia orgánica o en mantener a los microorganismos del suelo, sino también en los múltiples beneficios que aporta al suelo: mejorando las propiedades físicas, disminuyendo la densidad aparente de los suelos (por tener una menor densidad que la materia mineral), favorece a la estabilidad de los agregados y proporciona una mayor facilidad durante el manejo del suelo para las labores de arado o siembra, incrementa la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua, reduciendo el riesgo de erosión,

ayuda a regular la temperatura del suelo (el color oscuro disminuye la radiación reflejada, calentándose más) y aumentando la porosidad (JIMENEZ, 1992).

### **2.6.1. Características de la gallinaza.**

La gallinaza se maneja siempre como abono, su estructura depende especialmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza derivada de aprovechamientos en piso, se dispone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros, este material es conocido con el sobrenombre de cama; esta composición persiste en el galpón durante todo el ciclo productivo. La gallinaza derivada de las explotaciones de jaula, producto de las deyecciones, plumas, restante de alimento y huevos rotos, que caen al piso se mezclan, este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se desaparece rápidamente, fundando malos y fuertes olores, desperdiciando calidad como fertilizante. Para remediar este inconveniente es preciso someter la gallinaza a secado, que conjuntamente facilita su manejo, al ser deshidratada, se promueve un proceso de fermentación aeróbica que compone nitrógeno orgánico, siendo más firme (ESTRADA, 2005).

### **2.6.2. Uso de la gallinaza como abono.**

El uso de la gallinaza como abono es utilizado para mejorar las propiedades físicas de los suelos sin embargo por el 3% de nitrógeno que presenta es posible utilizarlo como abono orgánico y como alternativa a la agricultura orgánica, sobre todo si se utiliza gallinaza de postura, mas no gallinaza de pollos parrilleros. la elección más favorable para su función, porque compone una forma de reciclaje natural como por su bajo precio. El uso de gallinazas frescas, pueden originar efectos opuestos en beneficio al suelo, por ello se recomienda su procesamiento (ESTRADA, 2005).

## **2.7. La roca fosfórica para aplicación directa en la agricultura.**

Según VIVIENDO SANO (2015), las rocas fosfóricas de origen sedimentario son idóneas para aplicación inmediata porque se fundamentan de incorporados micro cristales generosamente abiertos y debilitadamente asegurados, con un área concreta comparativamente grande, muestran una compensación formidable de sustitución isomórfica en la red cristalina y contienen minerales accesorios e impurezas en importes y proporciones variables.

Bajo innegables situaciones, las rocas fosfóricas reactivas pueden ser más eficientes que los fertilizantes fosfatados solubles en agua en base a la reparación del fósforo por las plantas y en base al costo por unidad de fósforo, las rocas fosfóricas particulares son regularmente los productos más baratos, debido a su constitución química considerablemente variable y compleja, las rocas fosfóricas son fuentes de diversos elementos nutritivos conjuntamente del fósforo. Son aplicadas frecuentemente para mejorar el nivel fosfórico del suelo pero cuando se solubilizan también liberan otros nutrientes presentes en la roca, la aplicación de las rocas fosfóricas de reactividad media a alta en suelos ácidos tropicales crecidamente edafizados tiene un efecto potencial de “arranque” sobre la evolución de las plantas y el rendimiento de los cultivos, como efecto no sólo del aporte de fósforo sino también del aumento del calcio intercambiable y de la reducción de la saturación del aluminio. Los productos cosechados y sus residuos tienen una excelente calidad nutricional (contenido de P más alto que las plantas no fertilizadas), la incorporación de tales residuos orgánicos mejora el movimiento biológico del suelo y la acumulación del carbono en el suelo, favoreciendo a perfeccionar sus propiedades físicas y químicas; de este modo, las rocas fosfóricas desempeñan una función significativa, favoreciendo el mejoramiento de la fertilidad del suelo y al control de su degradación, en particular para obviar la explotación mineral (empobrecimiento) de los nutrientes (ZAPATA *et al.*, 2007).

### **2.7.1. Limitaciones del uso de la Roca fosfórica:**

No todas las rocas fosfóricas son convenientes para la aplicación inmediata, la eficacia de algunas rocas de reactividad media a baja debe ser corregida mediante procesos biológicos y físico-químicos, que se deben desarrollar probando tecnologías determinadas y se debe ejecutar una apreciación económica en cada caso, no todos los suelos y procedimientos de cultivos son convenientes para las rocas fosfóricas de origen desigual, es necesaria una caracterización regularizada de las rocas fosfóricas así como directivas para realizarla, por otro lado no se conocen bien los factores principales y las circunstancias que establecen la eficacia agronómica de las rocas fosfóricas por lo que no es posible pronosticar su eficacia; las rocas fosfóricas sedimentarias muestran una estructura muy compleja como resultado de su origen desigual en la naturaleza y aún dentro de un depósito geológico particular, tienen una composición química considerablemente variable y pueden contener elementos, como metales pesados que en ciertas concentraciones y cuando la roca se disuelve en el suelo pueden llegar a ser nocivas (FAO, 2007).

### **2.7.2. Roca fosfatada**

Los principales yacimientos de fosfatos naturales del Perú se localizan en Sechura, con una reserva con 10 millones de toneladas métricas, siendo uno de los más importantes de la cuenca del Pacífico. Es un abono simple fosfatado cuya ley varía de 28 – 36 % de  $P_2O_5$ , con un 13.09 % de fósforo (Zapata y VillaGarcía, 1983 citado por ZAPATA *et al.*, 2007).

La roca mineral extraída de los yacimientos es partida o triturada, luego es concentrada por flotación y se obtiene la roca fosfatada concentrada de 60 mesh de tamiz. Cuando es finamente molida para pasar a través de tamices de 100, 150 y 300, se le denomina roca fosfórica molida. Densidad Aparente: es aproximadamente 1.3 (75 litros por 100 Kg) y reacción en el Suelo: Alcalina (HOWELLER, 2003).

Constituyen la principal fuente del fósforo que se utiliza en la industria y en la agricultura. Son extraídos de los filones (Kola), yacimientos y depósitos de fosfatos cálcicos de Florida, de Gafsa, de Bayóbar. Los fosfatos de bayóbar durante el gobierno de Toledo fueron concesionados a Vale do Rio Doce, empresa brasileña (HOWELER, 2003). La roca bayóbar es un fertilizante de baja solubilidad ya que se incluye en aquellos que son solubles en citrato, pero tienen menos del 5% de fósforo en forma soluble en agua, FIGUEROA (2012), señala en uno de sus experimentos, que el efecto debido al tamaño de las partículas de las rocas fosfatadas es de real importancia para lograr una mayor efectividad; las rocas fosfatadas de Sechura (Perú) llevaron a un aumento de las cosechas (en plantas de sudan en un experimento) cuando fueron molidas finamente (< 60 micrones). La roca fosfórica es un fertilizante fosfatado natural, de efecto residual extenso y de fácil aplicación inmediata (FAO, 2007). Roca fosfórica representar todos los minerales que existe en la naturaleza que contienen una alta concentración de fosfatos. El fosfato es el componente de interés agronómico, cuanto más alto es el contenido de pentóxido ( $P_2O_5$ ) en forma de apatita, mayor es el potencial económico de la roca. La producción mundial de roca fosfórica data desde el año 1999 (FAO, 2007).

La mayoría de los depósitos sedimentarios contienen variedades de carbonato fluorapatita que son congregadas bajo el nombre combinado de francolitas, para constituir una serie de relaciones sistemáticas entre las francolitas, varios autores han utilizado la difracción de rayos X, el análisis químico y los métodos estadísticos para señalar que los contenidos de calcio, sodio, magnesio, fósforo, dióxido de carbono y flúor pueden representar de manera conveniente la mayoría de las francolitas. Un hecho sumamente trascendental es que el carbonato reemplaza al fosfato en una relación 1:1 y el importe máximo de sustitución es de seis a siete por ciento de  $CO_2$  en peso, las sustituciones de cationes y aniones compensan los desbalances de la carga neta, la incorporación de  $CO_2$  en la estructura de la francolita está conducida por un acrecentamiento del contenido de flúor (HOWELER, 2003).



Las rocas fosfóricas sedimentarias de tipo guano halladas en islas y grutas poseen a menudo carbonato-apatitas con un contenido de flúor más bajo que la fluorapatita estequiométrica y pueden tener cantidades importantes de hidroxilos en sus estructuras. Si bien algunas de este carbonato-apatita corresponden a la definición de la francolita (contenido de  $\text{CO}_2$  apreciable y con más de uno por ciento de flúor), poseen propiedades cristalográficas, químicas y físicas que difieren sustancialmente de aquellas francolitas que poseen exceso de flúor. (FIGUEROA, 2012).

Algunos carbonato - apatitos no pertenecen puntualmente ni a las francolitas con exceso de flúor ni a las francolitas de las sucesiones de la hidroxapatita, flúor-apatita y carbonato-apatita, posiblemente correspondan a una clase intermedia. Las rocas fosfóricas de los depósitos ubicados en Sechura-Perú y de Mejillones-Chile ingresan dentro de esta categoría. El carbonato- apatitos en estas rocas tienen una extensión del parámetro a que caen patentemente en el rango de las series de francolitas (FIGUEROA, 2012).

### **2.7.3. Clasificación de las rocas según su solubilidad**

HOWELER (2003), citados por la FAO (2007), plantearon un sistema con cuatro clases de solubilidad (alta, media, baja y muy baja) asentado en la efectividad agronómica relativa y el  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble en el ácido cítrico neutro. El contenido de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y la solubilidad de una roca fosfórica componen la mercadería que el consumidor compra, los análisis químicos de la mayoría de las rocas fosfóricas contienen regularmente  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , F, Cl,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ , S, C orgánico, agua libre y pérdidas por calor. Hay muestras estándar utilizables comercialmente para calibrar los métodos analíticos.

Las normas de la Comunidad Europea para la aplicación de roca fosfórica, son estrictas considerando que en Europa la mayoría de los suelos no son ácidos, la precipitación anual es moderada y los cultivos son estacionales. Para certificar una proporcionada efectividad agronómica, los siguientes tres

tipos de rocas fosfóricas pueden ser comercializados como fertilizantes: Roca fosfórica fina: 25 %  $P_2O_5$  total, 55 % soluble, ácido fórmico al 2 % y 90 % de las partículas < 63  $\mu m$ , 99 % <125  $\mu m$ ; roca fosfórica semi-fina: 25 %  $P_2O_5$  total, 45 % soluble, ácido fórmico al 2 %, 90 % de las partículas < 160  $\mu m$  y roca fosfórica dura: 25 %  $P_2O_5$  total, 10 % soluble, ácido fórmico al 2 %, 90 % de las partículas < 160  $\mu m$ . (HOWELER, 2003).

#### **2.7.4. Reacciones entre las rocas fosfóricas y el suelo**

Los suelos tratados con las rocas fosfóricas ofrecen la posibilidad de medir la disolución de la roca fosfórica en suelos escogidos con propiedades desiguales, además cabe mencionar que ciertas rocas fosfóricas pueden tener cantidades significativas de carbonatos libres y otros minerales que pueden cambiar las características de los suelos cuando las estas se diluyen. Utilizando cálculos teóricos se puede evaluar el equivalente en carbonato de calcio (ECC) de la roca fosfórica como la suma de los minerales ganga y del carbonato en la apatita. Normalmente el ECC constituye cerca del 50 % de la roca fosfórica, estos estimados (efecto de encalado potencial) asumen una solubilización total de la roca fosfórica (SUAREZ DE CASTRO, 1998).

Un estudio en invernadero evaluó el valor del encalado potencial de algunas rocas fosfóricas de América del Sur y de África Occidental aplicadas a un suelo ultisols, Se encontró que las rocas fosfóricas de reactividad media y alta consiguen contribuir Ca a las plantas, prosperando en los suelos ácidos con bajo Ca intercambiable. Las dosis más altas de rocas fosfóricas pueden originar ascendentes aumentos del potencial de hidronio "pH". Los efectos de la liberación de Ca de las rocas fosfóricas pueden ser también importantes debido a la aportación de Ca para la nutrición de las plantas, su contribución a la saturación de las bases y la reducción de la toxicidad de Al, este resultado está reflejado no sólo por la reducción del Al extraíble sino también por el aumento del nivel de Ca intercambiable (FAO, 2007).

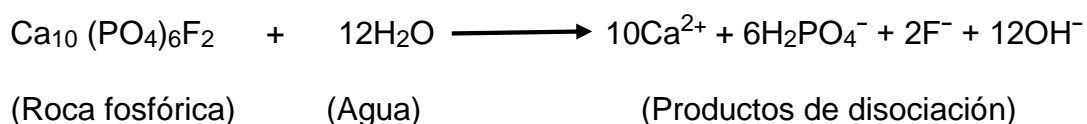
Si bien los aumentos potenciales en el pH del suelo, efectos de la disolución de la roca fosfórica son pequeños SINCLAIR *et al.*, (1993) citados por la FAO (2007), menciona que pueden tener un efecto significativo en los niveles de saturación de Al en los suelos tropicales; estudios realizados en suelos ultisols y oxisols en Puerto Rico, expusieron que la saturación de Al redujo desde 60 % y pH 4.2, a 35 % y pH 4.5 y a 20 % a pH 4.8. En conclusión, el efecto de encalado de la roca fosfórica existe, pero considerado de poca importancia, las dosis normales de aplicación de la roca fosfórica (100-200 kg/ha) con un valor neutralizante efectivo de 50 % son equivalentes a 50-100 kg de cal por hectárea; sin embargo, a pesar de estas pequeñas cantidades, las rocas fosfóricas de reactividad mediana a alta pueden tener efectos favorecedores sobre las propiedades químicas de los suelos tropicales altamente edafizados. Las rocas fosfóricas son fertilizantes de solubilización lenta, se requiere tiempo y agua alrededor de las partículas para permitir que los productos de la disolución se revuelvan por difusión lejos de las partículas de la roca fosfórica en el volumen del suelo. Las rocas fosfóricas más reactivas son aquellas que poseen una relación molar  $PO_4/CO_3$  de 3.5 a 5 (FAO, 2007).

El carbonato de calcio es el mineral accesorio más exuberante en las rocas fosfóricas, como el carbonato de calcio es más soluble que los minerales fosfatados de mayor reactividad química SILVERMAN *et al.*, (1952) citados por la FAO (2007), mencionan que la disolución acrecienta la concentración de calcio (Ca) y el pH en la superficie del mineral fosfatado, por lo que no es sorprendente que en algunos suelos el carbonato de calcio accesorio pueda reducir la tasa de disolución de la roca fosfórica, sin embargo, bajo las condiciones de campo, la lixiviación y la absorción de fósforo por la planta pueden extraer los iones Ca, el grado de remoción por la lixiviación puede variar de acuerdo a las condiciones de clima y de suelo y el modo de aplicación de la roca fosfórica. Para una aplicación en la superficie del denominado al voleo, el efecto del carbonato de calcio puede llegar a ser mínimo, aun así, el contenido que posee sea alto (SIMPSON, 1991).

Debido a que las rocas fosfóricas son materiales relativamente insolubles, el tamaño de sus partículas tiene un efecto sustancial en su tasa de disolución en el suelo, cuanto más fino es el tamaño de partícula, mayor es el grado de contacto entre la roca fosfórica y el suelo y, por lo tanto, más alta es la tasa de disolución de la roca fosfórica. Además, el aumento en el número de las partículas de roca fosfórica por unidad de peso de la roca aplicada acrecienta la posibilidad para que los pelos radiculares absorbentes puedan interceptar las partículas de la roca fosfórica, la aplicación de una roca fosfórica finamente molida regularmente a menos de 0,15 mm, beneficia el acrecentamiento de la tasa de disolución de las rocas fosfóricas y de la absorción del fósforo presente en la roca fosfórica en un determinado suelo. Lamentablemente, debido a su naturaleza desmenuzada, la aplicación de materiales finamente molidos muestra aprietos durante su aplicación (ZAPATA *et al.*, 2007).

Para que una roca fosfórica dada sea agrónomicamente eficiente no solo debe disolverse, sino que también la roca fosfórica disuelta debe ser aprovechable para las plantas. Las propiedades del suelo que benefician la disolución de la roca fosfórica son un pH ácido menor de 5.5, una baja concentración de iones Ca en solución, un bajo nivel de fertilidad en fósforo y un alto contenido de materia orgánica (ZAPATA *et al.*, 2007).

La disolución de la roca fosfórica se puede formular mediante la siguiente ecuación:



La disolución de la roca fosfórica reduce con el aumento de pH del suelo hasta 5.5 pero la depreciación es más fulminante por encima de este nivel de pH del suelo. La capacidad de intercambio catiónico de los suelos está relacionada con la textura del suelo; los suelos arenosos generalmente tienen una baja capacidad de intercambio catiónico y por lo tanto no almacenan

adecuadamente a los iones Ca liberados de la roca fosfórica esto lleva a una reducción en la disolución de la roca fosfórica y en su eficacia agronómica. Los otros dos escenarios ocurren en las zonas con suficiente lluvia; el primero se presenta donde el calcio liberado puede ser eliminado de la zona cercana a las partículas de la roca fosfórica con un resultado efectivo sobre la disolución de la roca fosfórica y en su eficiencia agronómica, y el segundo ocurre donde la lluvia en abundancia puede lavar el fósforo por debajo de la zona radicular de los cultivos y reducir la eficacia agronómica de las rocas fosfóricas (ZAPATA *et al.*, 2007; citado por la FAO, 2007).

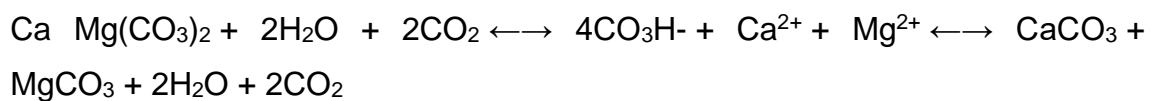
CHIEN *et al.*, (1980) citados por la FAO (2007), indica, que no es la capacidad de retención (adsorción) de fósforo posiblemente afecta la disolución de la roca fosfórica por los espacios aprovechables para adsorber el fósforo liberado, por lo tanto, conservar un nivel menor a la concentración de fósforo en la solución cerca de las partículas del suelo.

## **2.8. Dolomita.**

ERGOMIX (2006), menciona que la dolomita es un mineral bastante frecuente en las rocas sedimentarias continentales y marinas, que se puede hallar en capas a varios cientos de metros, asimismo, se forma por un metasomatismo magnésico de calizas y por actividad hidrotermal. La dolomita no se forma actualmente en la superficie terrestre y es todo un enigma para los mineralogistas. Es designada en honor al geólogo francés Déodat Gratet de Dolomieu, es un mineral de carbonato de calcio y magnesio  $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ , que se forma al producirse una sustitución por intercambio iónico del calcio por magnesio en la roca caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), como impurezas puede contener hierro y manganeso. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, pardusco o verdusco, prevaleciendo el incoloro o blanco grisáceo, presenta un aspecto vítreo a perlado y es de transparente a translúcida; tiene una dureza de 3.5 a 4, un peso específico de  $2.9 \text{ g/cm}^3$ .

Es un significativo mineral de rocas sedimentarias y metamórficas, encontrado como mineral primordial de las rocas llamadas dolomías y metadolomías, así como mineral significativo en limolitas y mármoles donde la calcita es el principal mineral encontrado, también surgen depósitos de dolomita en vetas hidrotermales, formando cristales que completan cavidades. Se ha encontrado también en serpentinitas y rocas similares (ERGOMIX, 2006).

La disociación natural de la dolomita por la acción del agua carbónica en rocas sedimentarias (dolomías) da parte a cuantiosas formaciones características, para dar calcita y magnesita pura, según la reacción reversible:



Es el componente principal de la roca sedimentaria denominada dolomía y la roca metamórfica que se conoce como mármol dolomítico. La piedra caliza que contiene algo de dolomita se conoce como la piedra caliza dolomítica, la dolomita extraordinariamente se localiza en ambientes sedimentarios modernos pero las dolomías sí que son muy habituales entre las rocas. Pueden colocarse geográficamente de manera extensa y a cientos de miles de metros de profundidad. La mayoría de rocas ricas en dolomita se originaron como lodos de carbonato de calcio que se posicionaron alterados por agua rica en magnesio, dando pie a la formación de la dolomita (ERGOMIX, 2006).

La dolomita es un mineral que une las propiedades del calcio con las del magnesio y se usa como suplemento nutricional en casos de déficit de magnesio y calcio, simboliza un 2 % de la corteza terrestre. La dolomita está presente en preparados antiácidos, cremas y también se usa como suplemento de calcio y magnesio, en estados carenciales de estos minerales la dolomita es fácilmente asimilable. La dolomita esta principalmente compuesta por 21,73 % de calcio, 13,03 % de carbono, 13,18 % de magnesio, 52,06 % de oxígeno; el

hierro, manganeso y carbonato de bario, igualmente forman parte de la composición de este material, el plomo, mercurio, y níquel están presentes en mínimas cantidades, es muy similar a la calcita, este es un mineral que se combina con carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), mientras que la dolomita es un carbonato de calcio y magnesio ( $\text{Ca Mg} (\text{CO}_3)_2$ ); estos dos minerales son una de las parejas más frecuentes que pueden llegar a mostrar un desafío a la hora de hacer una individualización de minerales en el campo (RUIZ, 2011).

La mejor manera de diversificar a estos minerales aparte de considerar su dureza y reacción ácida; es que la calcita tiene una dureza de tres, mientras que la dolomita es sutilmente más dura en una medida de tres a cuatro. La calcita también es potentemente reactiva con el ácido clorhídrico frío, mientras que la dolomita tiene una efervescencia débil con el ácido clorhídrico frío. La mayoría de suelos considerablemente ácidos se encuentran pequeñas cantidades de magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) en relación con el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ); en estas condiciones todos los cultivos son afectados. De allí se desprende que el encalado con dolomita en la mayoría de los suelos ácidos es decisivo para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo; cada vez va tomando mayor importancia, elevando el pH a fin de desplazar el aluminio cambiante retenido por los coloides del suelo y precipitarlo en formas poco solubles para evitar sus efectos negativos. Si se sigue un programa adecuado de encalado, hay depreciación en la erosión del suelo, resultado que se debe, primordialmente, a la mayor densidad y vigor de las plantas y a la mayor capacidad de infiltración de agua que reduce el escurrimiento e incrementa el importe de agua disponible para los cultivos. Las bacterias benéficas del suelo son incitadas por suministros apropiados de dolomita (RUIZ, 2011).

## **2.9. Yeso agrícola**

El yeso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y el Azufre, son los mejoradores mayormente manejados por su costo comparativamente bajo. El yeso agrícola al solubilizarse, libera iones de Ca que desplazan el sodio intercambiable del

suelo, se pueden emplear otros mejoradores, pero a un costo mayor como el  $\text{CaCl}_2$ , así como también sulfatos de hierro y aluminio (NÚÑEZ, 2000).

La reacción del yeso agrícola por su baja solubilidad en agua donde se reporta en un 25 % a temperatura normal. La reacción que ocurre en el suelo cuando se añade calcio como yeso agrícola es el siguiente:



El producto de la reacción transformará el yeso agrícola en la reacción del suelo sódico en cálcico y se formará sulfato de sodio, donde debe efectuarse esencialmente un proceso de lavado del suelo para lixiviar el sodio. Los beneficios del sulfato de calcio como correctivo en la agricultura son: acrecentar la conductividad hidráulica en suelos con subsuelo arcilloso, participar en el proceso de floculación de las arcillas; el calcio contenido en el yeso agrícola favorece a la anexión de las arcillas a la materia orgánica, concediéndole firmeza a las estructuras; la aplicación de enmiendas orgánicas junto al yeso agrícola origina un efecto sinérgico sobre la agregación de partículas, haciendo más hidrosolubles a los polímeros que participan en el proceso; el calcio del yeso agrícola y permite reducir las pérdidas por volatilización de nitrógeno de los fertilizantes nitrogenados tales como nitrato de amonio, nitrato amonio, urea, sulfato de amonio o cualquiera de los fosfatos de amonio; siendo esto posible debido a que el calcio puede bajar el pH al reducir el contenido de carbonatos y formar sales complejas de calcio con hidróxido de amonio; el yeso agrícola también acrecienta la macro porosidad y consolida la microestructura de las arcillas (CASTELLANOS et al., 2000; HERVÉ, et al., 2002; COSTA y GODZ, 1999; MON, 2007).

ORTIZ (2009), encontró en su trabajo que la aplicación de yeso agrícola más materia orgánica en la disminución del PSI y C.E. por lo que expresa que con el uso del yeso agrícola, más la añadidura de materia orgánica, mejora el medio físico utilizando la tecnología del multi arado para reducir la



compactación, siendo esta una alternativa para recuperar suelos salino-sódico. MON (2007), concluye en su trabajo que el subsolado más la aplicación de enmienda de yeso agrícola, produjo el mejoramiento físico del suelo acrecentando la filtración del agua de lluvia y la exploración de raíces así como la fertilidad de suelo por el aumento de azufre y calcio disponible, así mismo concluye que el agregado de yeso agrícola en el suelo proporciona una cantidad importante de azufre y calcio a una profundidad muy apropiada para la captación de nutrientes por las raíces, así como reserva en cosechas futuras. Por su parte, LONGO *et al.*, (2005), en su estudio sobre el acontecimiento en el suelo de la incorporación de yeso agrícola y azufre, presentó sus resultados estadísticos favorables para el azufre, mas no para el yeso agrícola, indicando que la incorporación de azufre presentó diferencias estadísticas altamente significativas en calidad y rendimiento en un suelo salino - sódico, caso que no ocurrió aplicando el yeso agrícola.

## **2.10. Frijol caupí.**

### **2.10.1. Origen, distribución y taxonomía**

El frijol (*P. vulgaris*), igualmente es conocido en nuestro medio como: “judía”, “frijol”, “frijol común”, “habichuela”, “poroto”, “común bean” o “haricot”, “huascaporoto”; en Centro América: “matón”, “matocho”, “chile o arbolito” (ADRA OFASA DEL PERÚ, 2002). El frijol es una hortaliza fácil de cultivar y suministra un alimento muy nutritivo, su domesticación se originó en México, Centro América y Perú, en épocas antiguas y posiblemente en forma independiente, partiendo de un ancestro silvestre considerablemente extendido y polimórfico. Hoy en día se descubren especies silvestres en ciertos lugares de Sudamérica (Lira, 1994; citado por ADRA OFASA DEL PERÚ, 2002 y BUENA SALUD, 2004).

### **2.10.2. Características del frijol**

El sistema de raíces varía de acuerdo con el tipo de suelo y disponibilidad de nutrientes, la raíz no se halla muy bien distribuida en el suelo,

sólo forma pequeños pelos absorbentes. En la primera etapa, el sistema radical está desarrollado por la raíz principal o primaria (BRUNO, 1990).

El tallo es identificado como el eje central de la planta el cual está desarrollado por una sucesión de nudos y entrenudos. (BRUNO, 1990).

Las flores brotan sobre racimos cortos axilares o terminales con pedúnculos erguidos y algo vellosos, cada pedúnculo lleva numerosas flores (30), son de color variable: blanco y morado principalmente, el cáliz es tuberoso (ADRA OFASA DEL PERÚ, 2002).

Sus frutos son vainas dehiscentes, de una longitud entre 4 - 10 cm y 6 - 15 mm de anchura, de color verde. Terminan en un pico delgado, conteniendo de 2 a 8 semillas por vaina que varían de tamaño. La textura de la vaina es variable dependiendo de la presencia de un tejido fibroso que se llama corrientemente "hebra" (Box, 1961; citado por CABRERA, 2004).

Las semillas son reniformes, globulares, oblongas, ovales o subovales, de pesos y de colores múltiples, siendo el tamaño de 3 a 5 mm. Los cotiledones son epigeos; en un kilo hay alrededor de 20,000 semillas, siendo 40 gramos el peso aproximado de 100 semillas (PROYECTO PRA, 2003).

### **2.10.3. Producción de frijol**

La producción de frijol en grano seco llegó a 76 596 toneladas durante el año 2003, con un rendimiento promedio de 1,024 kilogramos por hectárea y un precio promedio en chacra de S/.1.45 por kilogramo. Es así que la producción a nivel nacional es inestable en las diferentes regiones, siendo la más alta en Moquegua con 2,889 kg/ha y el más bajo en Jaén con 582 kg/ha; manteniéndose en la región Huánuco con una producción intermedia de 904 kg./ha. Las zonas productoras de frijol en el Perú son: Tumbes, Piura, Lambayeque,

La Libertad, Cajamarca, Chota, Amazonas, Ancash, Lima, Ica, Pasco, Junín, Huancavelica, Arequipa, Tacna, Ayacucho, Apurímac, Abancay, Andahuaylas, Cusco, Puno, San Martín, Loreto, Ucayali y Madre de Dios (HERNÁNDEZ, 2006).

Según la FAO (2008), menciona que la producción de frijol en todo el mundo se centraliza en 129 países de los cinco continentes. Entre los años 1961 - 2007 se movió en promedio poco menos de 15 millones de toneladas al año; entre el 2002 y 2007 el volumen promedio estuvo por encima de 18.7 millones de toneladas, constituyendo una tasa media de crecimiento anual de 1.16 % durante dicho lapso.

#### **2.10.4. Densidades y rendimientos**

El frijol “chaucha” es una planta precoz, con un periodo vegetativo de 80 a 90 días, por lo que se debe usar un distanciamiento de 0,60 metros entre líneas y 0,30 metros entre plantas, dando una densidad aproximada de 147 000 plantas por hectárea, razón de tres semillas por golpe (ADEX-INCOMAB, 2001). CHIAPPE (1994), menciona que el frijol chaucha es una planta de crecimiento fijo arbustivo, crece a una altura de 40 - 45 centímetros, la inflorescencia se da en guías terminales, la flor es de color blanco y lila, las vainas suelen ser de color verde alargadas de 12 - 14 centímetros, con estrías moradas y granos de color rojo, con 4 a 6 granos por vaina, con un promedio de 40 gramos por 100 semillas, con rendimientos que fluctúan entre 1000 a 1200 kilogramos por hectárea.

#### **2.10.5. Requerimientos edafo climáticos**

El frijol variedad “chaucha” se cultiva preferentemente en períodos secos de la sierra con fines de conseguir semillas; es muy sensible a las heladas. En la sierra se pueden efectuar varias cosechas por año dada la benignidad del clima; en cambio en la selva, en forma frecuente, la siembra se puede realizar solo desde enero hasta junio, según como se presente la época lluviosa, que a veces puede ser muy abundante. La mayoría de variedades se cultivan en climas

cálidos y templados, no resisten el frío y la temperatura mínima para su fase de germinación es 8 ° C (ADEX - INCOMAB, 2001). El frijol puede crecer en una extensa variedad de suelos, de preferencia de textura franco - limoso a ligeramente arenoso y tolera bien suelos franco - arcillosos, siempre que estén bien drenados, pues no soportan el encharcamiento, no aguantan la salinidad, aunque es razonablemente tolerante a la acidez, su pH adecuado oscila entre 5.5 y 6.5, sin embargo, su requerimiento nutricional se ha apreciado entre 20 y 40 kilogramos por hectárea de Nitrógeno, 40 y 60 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$ , 50 y 120 kilogramos por hectárea de  $K_2O$ ; de la misma forma, vestigios de oligoelementos son suficientes para un comportamiento normal de las plantas, pero la insuficiencia de boro, cobalto y más aún de materia orgánica producen un bloqueo de la actividad rizobiana (BRUNO, 1990).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el fundo Melchónico, de propiedad del Sr. Lucio Rosales Morales ubicado en el caserío de Huancarumi al este y a 4 Km del Distrito de Monzón, Provincia de Huamalis, región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas en UTM, son 350647 m. E y 8975134 m. N con una altitud de 905 msnm. Según CLIMATE (2018) tiene una cantidad significativa de lluvia durante el año, la temperatura es en promedio 22.7 ° C y la precipitación media aproximada es de 1638 mm.

#### **3.2. Metodología**

##### **3.2.1. Limpieza y nivelación del área**

El terreno que se usó fue un ex cocal con una pendiente mayor a 20 %, la cual se delimitó en base al croquis de la parcela, luego de 20 días se delimitó los tratamientos en base a los bloques y tamaño de cada parcela. La parcela se demarcó de acuerdo a las dimensiones del campo experimental con estacas, cordeles y cal.

##### **3.2.2. Adquisición de enmiendas y gallinaza**

La gallinaza, se adquirió de la granja de la UNAS seleccionando un estiércol procesado; las enmiendas como el yeso agrícola se adquirió de la fábrica de yeso agrícola Fernández que se encuentra en Huariaca Pasco, la Dolomita de la cantera de Tingo María (Aguas saladas) y la roca fosfórica a utilizar fue el Fosbayobar con 30% de  $P_2O_5$ . Luego se puso en un almacén donde se controló la humedad y se almacenó entre un 14 a 18 % de humedad en el caso del estiércol de gallinaza, para luego ser aplicado a campo definitivo.

### **3.2.3. Análisis inicial del suelo**

Antes de la instalación del trabajo de investigación, se procedió a extraer muestras de suelo bajo la metodología del zigzag, utilizando el tubo muestreador, para lo cual se tomaron 25 submuestras haciendo una muestra compuesta de un 1 kg. Luego se secó bajo sombra y se llevó al Laboratorio de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se realizó el análisis de caracterización del suelo.

### **3.2.4. Instalación de abono verde**

El abono verde que se instaló fue la canavalia, el cual se sembró en el campo experimental a una densidad de 100,000 plantas por hectárea, después de 90 días fue incorporado al suelo con un azadón a una profundidad de 15 cm.

### **3.2.5. Análisis químico de la gallinaza**

Se llevó una muestra de 1 kg de la gallinaza al laboratorio de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para determinar su respectivo análisis de humus.

### **3.2.6. Aplicación de la gallinaza y las enmiendas**

Una vez demarcado las parcelas de los tratamientos se incorporó la gallinaza a razón de 10 y 20 t/ha, aplicado al voleo para cada tratamiento, luego se mezcló con el azadón a una profundidad de 20 cm. De igual manera se efectuó la aplicación de las enmiendas dolomita, roca fosfórica y yeso agrícola agrícolas a razón de 2 y 4 t/ha.

### **3.2.7. Siembra del frijol caupí**

Después de 20 días de incorporado las enmiendas y la gallinaza se procedió a la siembra del frijol caupí, a un distanciamiento de 70 cm entre surco

y 30 cm entre plantas, sembrando 5 semillas por golpe para dejar solo 2 plantas al momento del desahije.

### **3.2.8. Deshierbo y aporque**

Una vez sembrada y germinada se efectuó los deshierbos del frijol caupi, luego se realizó el aporcado para evitar el acame o la caída de las plantas provocada por los vientos y para un mayor anclaje y oxigenación del suelo, así como evitar la competencia de las malezas.

### **3.2.9. Control de plagas y enfermedades**

Previa evaluación del grado de infestación y porcentaje de incidencia del ataque de plagas y enfermedades se aplicó un control químico para evitar la pérdida de las plantas principalmente en sus primeras etapas ya que son susceptibles del ataque de chupadera rizoctonia y otros o plagas como cortadera, perforador de hojas, trips, y otros, así mismo se aplicó un control preventivo para evitar el ataque de las principales plagas del frijol capi, aplicando cúpricos y un fungicida sistémico a razón de un litro por hectárea.

### **3.2.10. Cosecha**

Una vez completado el ciclo fisiológico del cultivo, y cuando la planta presento coloración verde amarillento, se procedió a la cosecha de toda la parcela y por cada tratamiento y área neta, a la edad de cuatro meses.

### **3.2.11. Diseño de investigación**

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial, con un tratamiento adicional (2A x 6B + 1C) con 4 repeticiones. Al culminar el trabajo de investigación se utilizó el análisis de variancia (F. tab. = 0.05) y se determinó el coeficiente de variabilidad. Para esto se utilizó el software Microsoft Office Excel 2013. El Modelo Aditivo Lineal del DBCA se representa en la siguiente ecuación (1).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_j + \gamma_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : La puntuación del  $i$  trat, bajo la combinación del  $j$  valor del factor gallinaza y el  $k$  valor del factor enmiendas.

$M$  : efecto de la media general

$\alpha_i$  : efecto de la  $i$  – enésima gallinaza

$\rho$  : efecto de la  $j$  – enésima bloque

$\gamma_{ij}$  : efecto del error experimental en parcelas (Error (a))

$\beta_k$  : efecto de la  $k$  - enésima enmiendas

$(\alpha\beta)_{jk}$ : efecto de la interacción entre el  $i$  – enésima gallinaza y el  $k$  - enésima enmiendas

$\varepsilon_{ij}$  : error experimental en subparcelas (Error (b))

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, i$

$J = 1, 2, \dots, j$

**Cuadro 1.** Modelo del ANVA, del experimento

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>G.L</b>
Repetición	( $r-1$ )
Gallinaza (A)	2
Roca Fosfórica (B)	2
Yeso (C)	2
Dolomita (D)	2
AxBxCxD (Enmiendas)	( $a-1$ ) ( $b-3$ ) ab ( $r-1$ )
<b>Total</b>	<b>(<u>abcr-1</u>)</b>



### 3.2.12. Prueba de comparación de medias

Cuando se rechaza  $H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = T_7 = T_8 = T_9 = \dots = T_{15}$  y se acepta  $H_a: T_i \neq T_j$ . Para alguna  $i \neq j$ ; es necesario investigar cuales tratamientos resultaron diferentes o cuales tratamientos provocan la diferencia. La respuesta consiste en hacer la siguiente prueba:

$$H_0: T_i = T_j$$

$$H_a: T_i \neq T_j \text{ para toda } i \neq j$$

Para ello se realizó la prueba de Tukey. En este procedimiento se usó la distribución de probabilidad de rango que representamos con  $Q_{\alpha; m; n}$ ; donde  $m$  son los grados de libertad del numerador y  $n$  los grados de libertad del denominador.

### 3.2.13. Variables

Niveles de Gallinaza.

$$a_1 = 10 \text{ t/ha (GZ 1)}$$

$$a_2 = 20 \text{ t/ha (GZ 2)}$$

Niveles de enmiendas químicas

$$b_0 = \text{Enmiendas 0 t/ha}$$

$$b_1 = \text{Roca fosfórica (RF) 2 t/ha}$$

$$b_2 = \text{Roca fosfórica (RF) 4 t/ha}$$

$$b_3 = \text{Dolomita (D) 2 t/ha}$$

$$b_4 = \text{Dolomita (D) 4 t/ha}$$

$$b_5 = \text{Yeso agrícola (YA) 2 t/ha}$$

$$b_6 = \text{Yeso agrícola (YA) 4 t/ha}$$

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos en estudio

<b>Tratamientos</b>	<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha (sin enmiendas)
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha
T <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha
T <sub>6</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha
T <sub>7</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>6</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha (sin enmiendas)
T <sub>9</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha
T <sub>10</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha
T <sub>11</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha
T <sub>12</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha
T <sub>13</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha
T <sub>14</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>6</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

### 3.3. Parámetros a evaluar

#### 3.3.1. Propiedades físicas

Entre las propiedades físicas que se determinaron fueron las siguientes: densidad aparente, utilizando el método del cilindro (densidad es igual a masa peso sobre volumen) y velocidad de infiltración, utilizando cilindros infiltrómetros de 40 y 20 cm de diámetro,

#### 3.3.2. Propiedades químicas

Las propiedades químicas que se analizaron son los siguientes: el valor del pH, utilizando el método del pechmetro; materia orgánica (M.O.), utilizando el método de walkey y black; fósforo (P), utilizando el método de Olsen modificado; potasio (K<sub>2</sub>O), con lecturas en el espectro fotómetro de absorción atómica y la CIC, utilizando el método de sumatoria de bases cambiables más acidez cambiabile.

### **3.3.3. Propiedades biológicas**

Dentro de las propiedades biológicas del suelo se determinaron la actividad biológica, cantidad de macrofauna del suelo, utilizando el método del monolito de 40X40X40 y el conteo directo.

### **3.3.4. Altura de la planta**

Se midió cada 20 días después de la siembra con la ayuda de una regla milimetrada, desde el cuello hasta el ápice de la planta, este proceso se realizó hasta los 80 días después de la siembra.

### **3.3.5. Diámetro del tallo del frijol caupí**

El diámetro de la planta se midió cada 20 días después de la siembra con la ayuda de vernier, a la altura de 5 cm del cuello de la planta.

### **3.3.6. Materia seca**

Se realizó al final de las evaluaciones, extrayendo 8 plantas por tratamiento y se llevó a la estufa del laboratorio de suelos – UNAS, Las muestras fueron secadas en estufa a 75 ° C durante 48 horas para eliminar el agua de los tejidos de la planta. Se tomó dato de peso fresco y peso seco de las plántulas, con ello se determinó el porcentaje de humedad y la materia seca de toda la planta.

### **3.3.7. Rendimiento del frijol caupí**

Para determinar esta variable se pesó las vainas cosechadas y secadas de cada área neta experimental con la ayuda de una balanza, para luego estimar el rendimiento por hectárea.

### 3.3.8. Características del campo experimental

- Numero de bloques 4
- Ancho del bloque: 4 m.
- Largo del bloque 39 m
- Área total de 1 bloque: 156 m<sup>2</sup>
- Área total de los 4 bloques. 624 m<sup>2</sup>

#### Unidad experimental

- Longitud de la parcela experimental: 3 m
- Ancho de la parcela experimental: 4 m
- Área total de la parcela experimental: 12 m<sup>2</sup>
- Número total de las parcelas experimentales: 52 m
- Área total de las parcelas experimentales: 624 m<sup>2</sup>
- Número de plantas por parcela experimental: 48
- Número de plantas por parcela neta a evaluar: 16

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con aplicación de gallinaza

#### 4.1.1. Propiedades físicas del suelo

En la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, en función al uso de enmiendas (Cuadro 3), se observa alta significancia estadística para arcilla, limo, densidad aparente e infiltración; y no significancia para arena. Asimismo, se observa un coeficiente de variación de: 4.58, 3.27, 3.84, 1.18 y 24.69 % respectivamente.

Asimismo, en el análisis de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), (Cuadro 4), se muestra que los tratamientos con enmiendas tienen un efecto positivo en cuanto a la recuperación de las propiedades físicas del suelo en comparación con el tratamiento testigo. Asimismo, se observa que los tratamientos T<sub>2</sub> (Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha), T<sub>10</sub> (Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha), T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 Tm/ha (sin enmiendas)) y T<sub>11</sub> (Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha) correspondientes a arena, arcilla, limo, densidad aparente e infiltración, respectivamente, son los que mayor resultado presentan. Por su parte BARAHONA (2015), manifiesta que el uso de gallinaza, contribuye a mejorar la estructura del suelo, porosidad, estabilidad de agregados y a más largo plazo, la densidad aparente; referencia que coincide con los resultados de nuestro trabajo, toda vez que se determinó mejor en cuando a la estructura, densidad aparente e infiltración. Por su parte MULLO (2012), hace referencia que el uso de la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad; con los resultados, se confirma que el uso de gallinaza mejora las propiedades físicas del suelo. Lo que estaría posiblemente influyendo en la infiltración es el uso de la gallinaza mas no las enmiendas por lo tanto no hay significancia, los tratamientos se comportan igual.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo en función a los tratamientos en estudio.

F.V.	GL	Arena		Arcilla		Limo		Densidad aparente		Infiltración	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	43.41	as	0.47	ns	53.79	as	0.03	ns	1.25	s
Tratamientos	14	2.61	ns	4.05	as	5.35	as	0.01	as	106	as
Error	42	2.74		0.73		2.09		0.001		1.22	
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>										
C.V (%)		4.58		3.27		3.84		1.18		24.69	

as : Altamente significativo

s : significativo

ns : No significativo

**Cuadro 4.** Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para propiedades físicas del suelo (arena, arcilla, limo, densidad e infiltración) con la aplicación de enmiendas.

Clave	Arena		Clave	Arcilla		Clave	Limo		Clave	Densidad aparente		Clave	Infiltración	
	%	Sig.		%	Sig.		%	Sig.		kg/m <sup>3</sup>	Sig.		Se g.	Sig.
T <sub>5</sub>	37.2	a	T <sub>0</sub>	29.0	a	T <sub>8</sub>	39.4	a	T <sub>11</sub>	1.45	a	T <sub>10</sub>	4.30	a
T <sub>14</sub>	37.2	a	T <sub>2</sub>	26.6	b	T <sub>10</sub>	39.4	a	T <sub>10</sub>	1.44	a	T <sub>9</sub>	4.23	a
T <sub>11</sub>	37.1	a	T <sub>3</sub>	26.5	b	T <sub>6</sub>	38.4	a	T <sub>7</sub>	1.44	B	T <sub>13</sub>	3.73	a
T <sub>13</sub>	37.0	a	T <sub>5</sub>	26.4	b	T <sub>12</sub>	38.4	a	T <sub>14</sub>	1.44	B	T <sub>6</sub>	3.55	a
T <sub>9</sub>	36.9	a	T <sub>6</sub>	26.4	b	T <sub>1</sub>	38.4	a	T <sub>12</sub>	1.44	B	T <sub>14</sub>	3.41	a
T <sub>7</sub>	36.2	a	T <sub>7</sub>	26.4	b	T <sub>2</sub>	38.3	a	T <sub>2</sub>	1.43	B	T <sub>5</sub>	3.20	a
T <sub>10</sub>	36.2	a	T <sub>4</sub>	26.4	b	T <sub>9</sub>	37.7	a	T <sub>9</sub>	1.43	B	T <sub>12</sub>	3.18	a
T <sub>3</sub>	36.2	a	T <sub>12</sub>	26.4	b	T <sub>11</sub>	37.5	a	T <sub>3</sub>	1.43	B	T <sub>11</sub>	3.15	a
T <sub>4</sub>	36.2	a	T <sub>13</sub>	26.4	b	T <sub>7</sub>	37.4	a	T <sub>13</sub>	1.43	B	T <sub>8</sub>	3.09	a
T <sub>0</sub>	36.0	a	T <sub>1</sub>	26.4	b	T <sub>14</sub>	37.4	a	T <sub>5</sub>	1.43	B	T <sub>7</sub>	3.05	a
T <sub>8</sub>	35.2	a	T <sub>11</sub>	25.4	b	T <sub>4</sub>	37.4	a	T <sub>6</sub>	1.43	B	T <sub>3</sub>	2.79	a
T <sub>12</sub>	35.2	a	T <sub>9</sub>	25.4	b	T <sub>3</sub>	37.3	a	T <sub>8</sub>	1.43	B	T <sub>4</sub>	2.88	a
T <sub>1</sub>	35.2	a	T <sub>14</sub>	25.4	b	T <sub>13</sub>	36.4	b	T <sub>4</sub>	1.42	B	T <sub>1</sub>	2.65	a
T <sub>6</sub>	35.2	a	T <sub>8</sub>	25.4	b	T <sub>5</sub>	36.4	b	T <sub>1</sub>	1.41	B	T <sub>2</sub>	2.24	a
T <sub>2</sub>	35.1	a	T <sub>10</sub>	24.4	b	T <sub>0</sub>	35.0	b	T <sub>0</sub>	1.22	B	T <sub>0</sub>	2.19	a

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística. A

Leyenda:

T<sub>0</sub>: Testigo

T<sub>3</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha

T<sub>6</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha

T<sub>9</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha

T<sub>12</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha

T<sub>1</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha

T<sub>4</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha

T<sub>7</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha

T<sub>10</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha

T<sub>13</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha

T<sub>2</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha

T<sub>5</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha

T<sub>8</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

T<sub>11</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha

T<sub>14</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

#### 4.1.2. Propiedades químicas del suelo

La suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), para el mejoramiento de algunas propiedades químicas del suelo con el uso de enmiendas (Cuadro 5), se observa alta significancia estadística entre los tratamientos para: M.O, CIC y % saturación de Aluminio y significancia estadística para pH, P y K<sub>2</sub>O. Asimismo se muestra un coeficiente de variación de 2.77, 3.23, 0.91, 19.91, 8.74 y 20.27 (%) respectivamente.

En la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las propiedades químicas del suelo (Cuadro 6), se observa que la aplicación de enmiendas tiene un efecto positivo para M.O., P, K<sub>2</sub>O, 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.* (1993); 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. 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); evidencia que coincide con nuestros resultados toda vez que se observa, mayores incremento en M.O., P, K<sub>2</sub>O y CIC, es decir que estos incrementos de las propiedades químicas, obedecen a las enmiendas, porque van liberando nutrientes al suelo (ácidos radicales, calcio, magnesio, OH entre otros), resultados que además coinciden con ARTICA (2012), quien manifiesta que las enmiendas químicas lo constituyen productos minerales que restauran como propiedades químicas en el suelo. Respecto al % de saturación de Aluminio se muestra una disminución, con la aplicación de enmiendas. RUIZ (2011), hace referencia que las enmiendas tienen un efecto de reducción en la solubilidad del Al<sup>3+</sup> y Mn<sup>3+</sup> 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.



**Cuadro 5.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo en función a los tratamientos en estudio

F.V.	GL	pH		M.O		P		K <sub>2</sub> O		CIC		%Sat Al	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	0.01	ns	0.001	s	0.03	ns	1051.52	ns	0.30	as	7.74	ns
Tratamientos	14	0.05	s	0.23	as	0.21	as	164.46	s	14.84	as	231.53	as
Error	42	0.02		0.01		0.02		848.44		0.86		8.91	
TOTAL	59												
		2.77		0.52		0.91		19.91		8.74		20.27	

as : Altamente significativo

s : significativo

ns : No significativo

**Cuadro 6.** Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para propiedades químicas del suelo (pH, M.O., P, K<sub>2</sub>O, CIC y Sat. Al) con la aplicación de enmiendas

Clave	pH		Clave	M.O.		Clave	P		Clave	K <sub>2</sub> O		Clave	CIC		Clave	Sat. Al	
	1:1	Sig.		%	Sig.		ppm	Sig.		ppm	Sig.		Cmol(+)/kg	Sig.		%	Sig.
T <sub>0</sub>	4.8	a	T <sub>4</sub>	1.91	a	T <sub>13</sub>	5.26	a	T <sub>7</sub>	178.10	a	T <sub>11</sub>	11.7	a	T <sub>8</sub>	9.7	a
T <sub>3</sub>	4.7	b	T <sub>5</sub>	1.91	a	T <sub>9</sub>	5.22	b	T <sub>2</sub>	162.64	a	T <sub>6</sub>	11.6	a	T <sub>2</sub>	9.9	a
T <sub>12</sub>	4.7	b	T <sub>2</sub>	1.91	a	T <sub>11</sub>	5.21	b	T <sub>5</sub>	156.31	a	T <sub>10</sub>	11.5	a	T <sub>4</sub>	11.7	a
T <sub>1</sub>	4.6	b	T <sub>3</sub>	1.91	a	T <sub>10</sub>	5.21	b	T <sub>3</sub>	155.48	a	T <sub>12</sub>	11.4	a	T <sub>7</sub>	12.3	a
T <sub>8</sub>	4.6	b	T <sub>7</sub>	1.91	a	T <sub>14</sub>	5.20	b	T <sub>14</sub>	155.43	a	T <sub>5</sub>	11.3	a	T <sub>3</sub>	12.4	a
T <sub>4</sub>	4.6	b	T <sub>6</sub>	1.91	a	T <sub>2</sub>	5.19	b	T <sub>6</sub>	152.71	a	T <sub>7</sub>	11.3	a	T <sub>13</sub>	12.4	a
T <sub>11</sub>	4.6	b	T <sub>1</sub>	1.90	a	T <sub>6</sub>	5.18	b	T <sub>9</sub>	151.29	a	T <sub>3</sub>	11.2	a	T <sub>14</sub>	12.5	a
T <sub>7</sub>	4.6	b	T <sub>11</sub>	1.89	b	T <sub>12</sub>	5.18	b	T <sub>12</sub>	147.71	a	T <sub>13</sub>	11.2	a	T <sub>11</sub>	13.3	a
T <sub>10</sub>	4.6	b	T <sub>9</sub>	1.89	b	T <sub>8</sub>	5.18	b	T <sub>10</sub>	143.83	a	T <sub>14</sub>	11.2	a	T <sub>6</sub>	13.4	a
T <sub>2</sub>	4.5	b	T <sub>14</sub>	1.89	b	T <sub>4</sub>	5.17	b	T <sub>4</sub>	138.74	a	T <sub>4</sub>	11.1	a	T <sub>1</sub>	13.5	a
T <sub>6</sub>	4.5	b	T <sub>10</sub>	1.89	b	T <sub>7</sub>	5.17	b	T <sub>1</sub>	137.05	a	T <sub>2</sub>	11.1	a	T <sub>10</sub>	13.9	a
T <sub>13</sub>	4.5	b	T <sub>13</sub>	1.89	b	T <sub>1</sub>	5.16	b	T <sub>13</sub>	125.77	a	T <sub>1</sub>	11.0	a	T <sub>9</sub>	14.1	a
T <sub>9</sub>	4.5	b	T <sub>12</sub>	1.89	b	T <sub>3</sub>	5.16	b	T <sub>11</sub>	123.96	a	T <sub>8</sub>	10.8	a	T <sub>12</sub>	14.5	a
T <sub>5</sub>	4.4	c	T <sub>8</sub>	1.89	b	T <sub>5</sub>	5.15	b	T <sub>8</sub>	119.96	a	T <sub>9</sub>	8.4	b	T <sub>5</sub>	15.8	a
T <sub>14</sub>	4.3	c	T <sub>0</sub>	1.88	b	T <sub>0</sub>	5.09	b	T <sub>0</sub>	55.0	b	T <sub>0</sub>	4.2	c	T <sub>0</sub>	41.6	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Leyenda:

T<sub>0</sub>: Testigo  
T<sub>3</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha  
T<sub>6</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha  
T<sub>9</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha  
T<sub>12</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha

T<sub>1</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha  
T<sub>4</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha  
T<sub>7</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha  
T<sub>10</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha  
T<sub>13</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha

T<sub>2</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha  
T<sub>5</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha  
T<sub>8</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha  
T<sub>11</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha  
T<sub>14</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

### 4.1.3. Propiedades biológicas del suelo

En el Cuadro 7, presentamos la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), para macroorganismo encontrados al final del experimento. Se observa alta significancia estadística para tratamientos; es decir que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente. Lo cual presenta un coeficiente de variación de 25.29 %. Donde el coeficiente de variación para clasificar el experimento de muy buena calidad debe tener valores entre el 5 y 10 %, según SAUCEDO *et al.* (2007); tomando en cuenta la referencia podemos manifestar que no hay una buena homogeneidad en la obtención de los datos, probablemente se debe ya que, en algunos tratamientos, al momento de la evaluación la población era mínimo en macro y microorganismos.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo en función a los tratamientos en estudio.

Fuente de variación	GL	Macroorganismos	
		CM	Sig.
Bloques	3	44.82	ns
Tratamientos	14	163.02	as
Error	42	21.59	
Total	59		
C.V. (%)		25.29	
as	: altamente significativo		
ns	: No significativo		

En el Cuadro 8, presentamos las comparaciones medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), en las cuales se observa que los tratamientos en estudio tienen un efecto positivo, respecto al tratamiento testigo; mejores resultados se muestra en la aplicación de 20 t/ha de gallina más 2 t/ha de dolomita LOJA y MÉNDEZ (2015), manifiesta que las enmiendas orgánicas incrementan las comunidades biológicas activas en el suelos, además hace referencia que la mayor actividad microbiana, obedece a las mayores cantidades de materia orgánica. Referencia que coincide con los resultados ya que se observa que mayor cantidad de microorganismos obedecen a 20 toneladas de gallinaza; asimismo VEGA (2014), manifiesta que el encalado produce en el suelo ciertos efectos como mejorar las

condiciones biológicas y promover un medio favorable para la utilización de los nutrimentos por las plantas. Referencia que coincide con los resultados toda vez que se observa que al aplicar gallinaza más dolomita, se determinó mayor número en cuanto a la macro fauna, posiblemente, debido al efecto de la gallinaza por incorporar cierta cantidad de nutrientes al suelo, principalmente materia orgánica, fósforo, fósforo orgánico, azufre u otros elementos; con respecto a la dolomita y yeso incrementaron el contenido de bases cambiables como calcio, magnesio, potasio y sodio, reduciendo la acidez cambiante como es aluminio más hidronio.

**Cuadro 8.** Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las propiedades biológicas del suelo con la aplicación de enmiendas.

Descripción		Macroorganismos	
		Numero de individuos	
Clave	Tratamientos	Media	Sig.
T <sub>11</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha	29.9	a
T <sub>2</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha	24.6	b
T <sub>10</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha	24.2	b
T <sub>9</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha	23.4	b
T <sub>14</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha	21.4	b
T <sub>13</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha	20.4	b
T <sub>5</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha	18.3	b
T <sub>8</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha	17.7	b
T <sub>12</sub>	Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha	16.8	b
T <sub>4</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha	16.8	b
T <sub>3</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha	16.6	b
T <sub>6</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha	15.8	b
T <sub>1</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha	15.1	b
T <sub>7</sub>	Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha	12.6	b
T <sub>0</sub>	Testigo	2	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

#### 4.1.4. Parámetros biométricos del frijol caupí

En el Cuadro 9, se presenta la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), para parámetros biométricos del cultivo de frijol caupí, altura, diámetro, tamaño de vainas y número de semilla, se observa alta significancia estadística entre tratamientos en estudio, es decir que al menos uno

de los tratamientos es diferente. Además, se muestra un coeficiente de variación de 6.20, 11.10, 8.93 y 8.53 (%) según SAUCEDO *et al.* (2007) de 5 a 10 % el coeficiente de variación se clasifica de muy buena calidad.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biométricas del cultivo de frijol Caupí, en función a los tratamientos en estudio

F.V.	GL	Altura		Diámetro		Vainas		Semillas	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	0.28	ns	1.56	s	3.49	ns	2.24	ns
Tratamientos	14	10.24	as	7.24	as	19.8	as	23.32	as
Error	42	0.39		0.43		1.69		0.88	
Total	59								
C.V. (%)		6.20		11.10		8.93		8.53	

as : altamente significativo  
 ns : no significativo  
 s : Significativo

En el Cuadro 10, se presenta la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para los parámetros biométricos del cultivo de frijol caupí; se observa que la aplicación de enmiendas presenta un efecto positivo en cuanto a la altura, diámetro, tamaño de vainas y número de semillas, respecto al tratamiento testigo. CANTARERO Y MARTÍNEZ (2002), señalan que parámetros biométricos de las plantas pueden verse afectadas por la acción conjunta de elementos fundamentales como nutrientes, materia orgánica y organismos del suelo, que modifican propiedades físicas, químicas y biológicas; referencia que coincide con nuestro trabajo, toda vez que, se observa que, con la aplicación de enmiendas, se muestra mayor altura, mayor diámetro, mayor tamaño de vainas y mayor número de semillas. Asimismo, se observa que cuando se usa 20 T/ha de gallinaza con yeso agrícola en dosis de 2 y 4 T/ha respectivamente, muestra características biométricas bajas, frente a los demás tratamientos; lo que nos indica que, la combinación de yeso agrícola con altos contenidos de gallinaza no tiene un efecto positivo. Resultados que no coincide con lo demostrado por DAMIAN (2018) quien concluye que el plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM, y el humus de lombriz, mejoró el suelo y permite obtener un mayor rendimiento por ha de arroz. MONTENEGRO y

PARAJON (2004) manifiestan que el frijol común alcanza mayor altura de 19 hasta 39 días con la aplicación de fertilizantes mineral, y desde los 46 hasta los 61 días las mayores alturas de frijol común, obedece a la aplicación de fertilizantes orgánicos como gallinaza.

**Cuadro 10.** Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las propiedades biométricas del cultivo de frejol Caupí con la aplicación de enmiendas

Clave	Altura		Clave	Diámetro		Clave	Vainas		Clave	Semillas	
	cm	Sig.		mm	Sig.		cm	Sig.		N°	Sig.
T <sub>12</sub>	11.0	a	T <sub>10</sub>	7.1	a	T <sub>11</sub>	16.3	a	T <sub>11</sub>	12.8	a
T <sub>8</sub>	11.0	a	T <sub>5</sub>	6.9	a	T <sub>10</sub>	16.0	a	T <sub>1</sub>	12.3	a
T <sub>1</sub>	11.0	a	T <sub>6</sub>	6.9	a	T <sub>9</sub>	15.8	a	T <sub>12</sub>	12.3	a
T <sub>4</sub>	10.8	a	T <sub>1</sub>	6.7	a	T <sub>4</sub>	15.8	a	T <sub>4</sub>	12.3	a
T <sub>6</sub>	10.8	a	T <sub>3</sub>	6.7	a	T <sub>8</sub>	15.8	a	T <sub>9</sub>	12.3	a
T <sub>7</sub>	10.8	a	T <sub>4</sub>	6.5	a	T <sub>3</sub>	15.8	a	T <sub>10</sub>	12.3	a
T <sub>3</sub>	10.8	a	T <sub>11</sub>	6.5	a	T <sub>2</sub>	15.8	a	T <sub>6</sub>	12.0	a
T <sub>2</sub>	10.8	a	T <sub>7</sub>	6.5	a	T <sub>1</sub>	15.5	a	T <sub>2</sub>	12.0	a
T <sub>10</sub>	10.8	a	T <sub>9</sub>	6.4	a	T <sub>7</sub>	15.5	a	T <sub>3</sub>	12.0	a
T <sub>11</sub>	10.5	a	T <sub>8</sub>	6.3	a	T <sub>5</sub>	15.3	a	T <sub>8</sub>	11.8	a
T <sub>9</sub>	10.5	a	T <sub>2</sub>	6.3	a	T <sub>6</sub>	15.3	a	T <sub>5</sub>	11.8	a
T <sub>5</sub>	10.5	a	T <sub>12</sub>	5.9	a	T <sub>12</sub>	14.8	a	T <sub>7</sub>	11.8	a
T <sub>14</sub>	8.8	b	T <sub>14</sub>	3.6	b	T <sub>13</sub>	11.3	B	T <sub>13</sub>	7.3	b
T <sub>13</sub>	8.5	b	T <sub>13</sub>	3.5	b	T <sub>14</sub>	11.0	B	T <sub>14</sub>	7.0	b
T <sub>0</sub>	5.0	c	T <sub>0</sub>	3.0	b	T <sub>0</sub>	9.0	c	T <sub>0</sub>	5.0	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Leyenda:

T<sub>0</sub>: Testigo

T<sub>3</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha

T<sub>6</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha

T<sub>9</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 2 Tm/ha

T<sub>12</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 4 Tm/ha

T<sub>1</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha

T<sub>4</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha

T<sub>7</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha

T<sub>10</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + roca fosfórica 4 Tm/ha

T<sub>13</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 2 Tm/ha

T<sub>2</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha

T<sub>5</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha

T<sub>8</sub>: Gallinaza 10 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

T<sub>11</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + dolomita 2 Tm/ha

T<sub>14</sub>: Gallinaza 20 Tm/ha + yeso agrícola 4 Tm/ha

Es decir que el efecto de las enmiendas orgánicas inicia a partir de los 30 días aproximadamente (JÁCOME, 2011) por su parte CORTÉS *et al*, (2005), hace referencia que la gallinaza tiene alto contenido de nitrógeno y acompañado de fosforo, generan mayores desarrollos de las plantas en cuanto a altura y diámetros, además mejoro los rendimientos, de igual manera el aporte de calcio, magnesio y azufre, influye en los procesos fisiológicos de la planta generando mayor actividad fotosintética, por lo tanto, mayor producción y rendimiento.

De los resultados obtenidos se ve reflejado que el número de semillas tuvieron promedios estadísticamente iguales, a diferencia con el testigo que se ubicó en el último lugar; debido a que en este último no se aplicó ninguna enmienda. Del mismo modo podemos relacionarlo con los días de floración y fructificación tal como lo menciona MANRIQUE (1986) que el número de semillas por planta es influenciado básicamente por días de floración y altura de planta. El frijol caupí contiene en promedio de 10 a 15 semillas por vaina según (MONSALVE, 2007). Sin embargo, en los resultados encontramos un máximo de 12.5 semillas por vaina en sus mejores condiciones al aplicar gallinaza 20 t/ha más dolomita con una dosis de 4 t/ha. Así mismo se obtuvo 5 semillas en promedio para el testigo.

## **4.2. Interacción entre gallinaza con enmiendas químicas**

### **4.2.1. Propiedades físicas del suelo**

En el Cuadro 11, se presenta la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto simple y la interacción de enmiendas. Para efecto simple, se observa significancia estadística en arcilla y no significancia estadística para arena, limo, densidad aparente e infiltración. Respecto a la interacción no se muestra significancia estadística; es decir que las enmiendas con dos niveles tienen el mismo comportamiento. Además, se muestra un coeficiente de variación de 6.73, 3.64, 6.48 5.14 y 71.5 %. El coeficiente de variación para clasificar el experimento de muy buena calidad debe tener valores entre el 5 y 10%, según SAUCEDO *et al*. (2007); tomando en cuenta la referencia podemos manifestar que hay una buena homogeneidad en



la adquisición de los datos, a excepción del parámetro infiltración que presenta C.V., alto probablemente se debe, ya que en algunos tratamientos el tiempo de infiltración es alto al momento de la evaluación.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).

Fuente de variación	GL	Arena		Arcilla		Limo		Densidad aparente		Infiltración	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	11	2.46	Ns	1.86	ns	3.84	ns	0.03	ns	1.25	ns
A (Gallinaza)	1	3.86	Ns	5.60	s	0.08	ns	0.01	ns	0.01	ns
B (Enmiendas)	5	3.37	Ns	1.60	ns	4.31	ns	0.03	ns	2.00	ns
A*B (Gza*End)	5	1.29	Ns	1.36	ns	4.13	ns	0.03	ns	0.71	ns
Error	36	5.97		0.89		5.99		0.03		0.65	
Total	47										
C.V. (%)		6.73		3.64		6.48		1.34		24.69	

s : significativo  
ns : No significativo

La comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), presenta el efecto simple de enmiendas (gallinaza, roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola) con diferentes dosis (Cuadro 12), se comprueba la media general donde se observa, que no hay diferencias estadísticas significativa entre las dosis de gallinaza, ni entre roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola. En general podemos manifestar que la aplicación de gallinaza (10 y 20 t/ha) y roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola (2 y 4 t/ha), no ayudo en las mejoras de las propiedades físicas del suelo, según los resultados de nuestro trabajo. REYES (2013), hace referencia que la aplicación de estiércol de vacuno, estiércol de caprino y compost la dosis de 20, 30, 40 t/ha, así como gallinaza a dosis de 4.8 y 12 t/ha junto a un testigo con fertilización inorgánica (120-40-0) utilizando maíz, indica que en el caso de las características físicas del suelo no existieron diferencias significativas. Referencia que coincide con nuestro trabajo toda vez que no se observa diferencias estadísticas. Que además tampoco existe significancia ente la interacción (Cuadro 13), de gallinaza (A) y roca fosfórica, dolomita yeso agrícola (B), en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Se observa que no hay suficiente evidencia para manifestar que hay un efecto positivo en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. CASTRO y MUNEVAR (2013), hace referencia que las enmiendas químicas no mejora las propiedades físicas; pero si las propiedades químicas. En tal sentido podemos manifestar que sería uno de los motivos por el cual no se muestra diferencias estadísticas; según ZEBALLOS (2015), manifiesta que las propiedades físicas del suelo no son influidas por el uso de enmiendas, la textura y estructura no sufren cambios significativos. Tomando esta referencia podemos manifestar que coincide con nuestros resultados toda vez que la interacción y análisis simple no tienen significancia, en cuanto a mejorar las propiedades físicas del suelo.

**Cuadro 12.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola), en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Clave	Arena		Clave	Arcilla		Clave	Limo		Clave	Densidad aparente		Clave	Infiltración	
	%	Sig.		%	Sig.		%	Sig.		Cm <sup>3</sup>	Sig.		mm/h	Sig.
<b>Gallinaza</b>														
GZ-20	36.60	a	GZ-10	26.25	a	GZ-20	37.80	a	GZ-10	3.26	a	GZ-20	3.26	a
GZ-10	36.03	a	GZ-20	25.57	B	GZ-10	37.72	a	GZ-20	3.	a	GZ-10	3.26	a
<b>Enmiendas químicas</b>														
DO-2	37.2	a	YA-2	26.4	a	RF-4	38.4	a	YA-4	1.1	a	DO-2	3.41	a
YA-2	36.6	a	DO-4	26.4	a	DO-4	38.4	a	RF-4	1.1	a	DO-4	3.19	a
RF-2	36.6	a	RF-2	26.0	a	YA-4	38.4	a	DO-4	1.1	a	YA-2	3.17	a
RF-4	36.2	a	DO-2	25.9	a	RF-2	37.5	a	RF-2	1.0	a	RF-4	3.10	a
YA-4	36.2	a	RF-4	25.4	a	DO-2	37.0	a	YA-2	1.0	a	YA-4	3.03	a
DO-4	35.2	a	YA-4	25.4	a	YA-2	36.9	a	DO-2	1.0	a	RF-2	2.65	a

Leyenda:

GZ : Gallinaza  
 RF : Roca fosfórica  
 DO : Dolomita  
 YS : Yeso agrícola

**Cuadro 13.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de interacción para gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Clave	Arena		Clave	Arcilla		Clave	Limo		Clave	Densidad aparente		Clave	Infiltración	
	%	Sig.		%	Sig.		%	Sig.		cm <sup>3</sup>	Sig.		mm/h	Sig.
<b>Gallinaza (A<sub>1</sub>) 10 Tm/ha</b>														
A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	37.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	26.50	A	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	39.40	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	1.08	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	3.41	a
A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	36.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	26.40	A	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	38.40	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	1.08	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	3.18	a
A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	36.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	26.40	A	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	37.40	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	1.07	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	3.15	a
A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	36.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	26.40	A	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	37.40	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	1.05	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	3.09	a
A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	35.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	26.40	A	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	37.30	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	1.04	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	3.05	a
A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	35.20	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	25.40	A	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	36.40	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	1.02	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	2.65	a
<b>Gallinaza (A<sub>2</sub>) 20 Tm/ha</b>														
A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	37.20	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	26.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	39.40	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	1.05	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	3.75	a
A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	37.10	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	26.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	38.40	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	1.04	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	3.55	a
A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	37.00	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	25.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	37.70	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	1.03	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	3.20	a
A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	36.90	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	25.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	37.50	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	1.03	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	2.97	a
A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	36.20	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	25.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	37.40	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	1.02	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	2.88	a
A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	35.20	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	24.40	A	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	36.40	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	1.00	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	2.24	a

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

#### 4.2.2. Propiedades químicas del suelo

En el Cuadro 14, para la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), se observa diferencias estadísticas significativas entre la intercesión, para pH, P y CIC, además se muestra significancia estadística en efecto simple con gallinaza para P y para CIC con enmiendas (roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola). Asimismo, se muestra un coeficiente de variación de 2.80, 3.18, 75.5, 32.29, 9.07, 22.96. (%) respectivamente. SAUCEDO *et al.* (2007) hace referencia que el C.V. entre 5 y 10% es considerado buena homogeneidad. Es decir que P, K<sub>2</sub>O y % Sat. Al, muestran mucha variabilidad respecto a los datos en estudio.

En la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) Cuadro 15; de efectos simples; se comprueba la media general, es decir que no hay diferencias estadísticas significativas respecto a las dosis de gallinaza de 10 y 20 t/ma, para pH, M.O., K<sub>2</sub>O, CIC y %Sat. Al; no muestran una evidencia positiva para el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo. Pero numéricamente la dosis de 10 t/ha muestra mejores resultados. En tal sentido podemos decir que, a altos contenidos de enmiendas orgánicas necesita más tiempo de mineralización. Por su parte Becerra (1979); citado por PÉREZ (2015), considera que la cantidad de estiércol a aplicarse, varía grandemente en el tipo de suelo, pudiendo ser tan bajo como 10 t/ha para terrenos de cultivos bastante ricos en materia orgánica y tan altos como 30 - 40 t/ha en terrenos pobres de materia orgánica. Asimismo, Guerrero (1993); PÉREZ (2015), en su trabajo mostro el efecto simple entre el nivel 1 % y 2 % con fuente Gallinaza extracción total de fósforo en el maíz, existe diferencia estadística. Además, no significancia estadística con potasio, CIC entre otros. Trabajo que coincide con nuestros resultados toda vez que se muestra diferencias estadísticas significativas en el efecto simple con la aplicación de gallinaza para fosforo y no significancia para potasio, CIC.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo en función gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).

Fuente de variación	GL	pH		M.O.		P		K <sub>2</sub> O		CIC		%Sat. Al	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	11	0.04	Ns	0.03	ns	0.03	s	1051.52	ns	3.09	s	9.60	ns
A (Gallinaza)	1	0.02	Ns	0.04	ns	0.03	s	3703.70	ns	1.44	ns	9.99	ns
B (Enmiendas)	5	0.02	Ns	0.02	ns	0.03	ns	1573.05	ns	3.29	ns	11.93	ns
A*B (Gza*Enm)	5	0.07	S	0.03	ns	0.08	s	87.96	ns	3.23	ns	7.18	ns
Error	36	0.02		0.02		0.02		799.59		1.00		9.17	
total	47												
C.V. (%)		2.80		7.98		2.55		19.32		9.07		22.69	

ns : no significativo  
s : Significativo

**Cuadro 15.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola), en el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo.

Clave	pH		Clave	M.O.		Clave	P		Clave	K2O		Clave	CIC		Clave	Sat. Al	
	1:1	Sig.		%	Sig.		ppm	Sig.		ppm	Sig.		Cmol(+)/kg	Sig.		%	Sig.
<b>Gallinaza</b>																	
GZ-1	4.6	a	GZ-2	11.8	a	GZ-1	4.2	a	GZ-2	142.2	a	GZ-1	11.2	a	GZ-2	13.5	a
GZ-2	4.5	a	GZ-1	11.8	a	GZ-2	2.1	a	GZ-1	141.7	a	GZ-2	10.9	a	GZ-1	12.5	a
<b>Enmiendas químicas</b>																	
DO-4	4.6	a	DO-2	11.9	a	RF-4	5.2	a	DO-4	163.6	a	DO-2	11.5	a	DO-2	14.5	a
RF-2	4.6	a	YA-4	11.9	a	DO-4	3.9	a	YA-2	162.4	a	DO-4	11.5	a	DO-4	14.0	a
RF-4	4.6	a	RF-2	11.8	a	YA-4	3.5	a	RF-2	143.6	a	RF-4	11.3	a	RF-2	13.2	a
YA-2	4.5	a	DO-4	11.8	a	YA-2	2.5	a	YA-4	135.8	a	YA-2	11.2	a	RF-4	12.8	a
DO-2	4.5	a	RF-4	11.7	a	DO-2	2.2	a	RF-4	128.6	a	YA-4	11.0	a	YA-2	12.3	a
YA-4	4.5	a	YA-2	11.6	a	RF-2	1.5	a	DO-2	117.6	a	RF-2	9.8	b	YA-4	11.1	a

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

**Leyenda**

GZ : Gallinaza  
 RF : Roca fosfórica  
 DO : Dolomita  
 YA : Yeso agrícola



**Cuadro 16.** Prueba media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para intersección de gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades químicas del suelo.

Clave	pH		Clave	M.O.		Clave	P		Clave	K <sub>2</sub> O		Clave	CIC		Clave	Sat. Al	
	%	Sig.		%	Sig.		ppm	Sig.		ppm	Sig.		Cmol(+)/ha	Sig.		%	Sig.
<b>Gallinaza (A1) 10 Tm/ha</b>																	
A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	4.7	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	11.9	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	8.3	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	197.2	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	11.6	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	14.5	a
A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	4.6	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	11.9	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	6.4	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	156.7	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	11.3	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	14.1	a
A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	4.6	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	11.9	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	4.5	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	144.7	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	11.3	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	13.9	a
A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	4.6	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	11.9	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	2.1	b	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	134.9	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	11.2	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	13.3	a
A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	4.5	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	11.5	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	2.1	b	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	109.0	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	11.1	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	12.5	a
A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	4.4	b	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	11.5	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	1.9	b	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	107.7	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	10.8	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	12.4	a
<b>Gallinaza (A2) 20 Tm/ha</b>																	
A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	4.7	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	12.0	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	2.8	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	192.2	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	11.7	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	15.8	a
A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	4.6	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	11.8	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	2.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	148.2	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	11.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	13.4	a
A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	4.6	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	11.8	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	2.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	130.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	11.4	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	12.4	a
A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	4.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	11.8	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	2.1	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	127.7	a	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	11.2	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	12.3	a
A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	4.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	11.8	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	1.4	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	127.5	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	11.2	a	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	11.7	a
A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	4.3	b	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	11.7	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	1.4	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	126.9	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	8.4	b	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	9.7	a

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Respecto a la interacción (Cuadro 16) para la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se observa diferencias estadísticas para fósforo cuando se aplica 10 t/ha de gallinaza con 4 t/ha de roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola. Respecto a la CIC se muestra bajo contenido, cuando se combina 20 t/ha de gallinaza con 2 t/ha de roca fosfórica. Según FAO (2007), la composición de la roca fosfórica con la gallinaza no es una opción adecuada ya que este estiércol contiene grandes cantidades de carbonato de calcio y otros compuestos alcalinos que impiden la disolución de la roca fosfórica. Es probable por lo tanto no hay una diferencia estadística entre enmiendas y dosis de aplicación. Según MAH.ROQUÍN (2003) Se halló que el mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de Dolomita +. Gallinaza. CANTARERO y MARTÍNEZ (2002). Manifiesta que el uso de enmiendas al mineralizarse, mejora la fertilidad del suelo y por ende las propiedades químicas del mismo.

#### **4.2.3. Propiedades biológicas del suelo**

En el Cuadro 17, se muestra la suma de cuadrados del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo en función a la interacción de enmiendas, se observa alta significancia estadística en el componente enmienda (gallinaza) y significancia estadística entre enmiendas (roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola); además diferencias estadísticas en la interacción. Presenta un C.V. de 26.24 %, considerado mala homogeneidad según SAUCEDO *et al.*, (2007) ya que manifiesta buena homogeneidad valores menos de 10 %

En el Cuadro 18, se muestra la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se observa que hay diferencia estadística entre la aplicación de gallinaza, es decir que se determinó mayor macroorganismos cuando la aplicación de gallinaza fue mayor 20 t/ha. Respecto a las enmiendas (roca fosfórica dolomita y yeso agrícola) se observa que la dolomita en 2 t/ha es diferente estadísticamente a las demás enmiendas y dosis. Asimismo, en el Cuadro 19, se muestra la interacción de enmiendas. Meléndez (2003); PÉREZ (2008) reportó que el contenido de MO en la enmienda tiene un efecto positivo sobre la fertilidad de los suelos; está demostrado que incrementos mínimos de MO

mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. BLANCHART *et al*, (1990) manifestó que las lombrices contribuyen al mantenimiento de la fertilidad, pues construyen y mantienen una estructura en base a macro agregados resistentes, y también liberan nutrientes a partir de residuos vegetales y de la materia orgánica del suelo y por último, protegen físicamente el humus.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).

Fuente de variación	GL	micro organismos numero de colonias	
		CM	Sig.
Tratamiento	11	86.56	s
A (Gallinaza)	1	486.1	as
B (Enmiendas)	5	66.72	s
A*B (Gza*Enm)	5	26.49	s
Error	36	26.13	
Total	47		
C.V. (%)		26.24	

as : alta significancia  
s : Significancia

**Cuadro 18.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas, en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

Clave	Macro organismos	
	medias	Sig.
<b>Gallinaza</b>		
Gallinaza-20 Tm/ha	22.67	a
Gallinaza-10 Tm/ha	16.20	b
<b>Enmiendas químicas</b>		
Dolomita-2 Tm/ha	24.09	a
Roca fosforica-4 Tm/ha	20.50	b
Roca fosforica-2 Tm/ha	20.00	b
Yeso agricola-4 Tm/ha	19.53	b
Yeso agricola-2 Tm/ha	16.47	b
Dolomita-4 Tm/ha	16.31	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

**Cuadro 19.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

Clave	Macro organismos	
	Media	Sig.
<b>Gallinaza (A<sub>1</sub>) 10 Tm/ha</b>		
A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	18.31	a
A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	17.69	a
A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	16.81	a
A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	16.63	a
A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	15.81	a
A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	12.56	a
<b>Gallinaza (A<sub>2</sub>) 20 Tm/ha</b>		
A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	29.88	a
A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	24.19	b
A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	23.38	b
A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	21.38	b
A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	20.38	b
A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	16.81	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

#### 4.2.4. Parámetros biométricos del cultivo de frijol

El Cuadro 20, presentamos la suma de cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para parámetros biométricos del cultivo de frijol caupí, en función a la interacción de enmiendas; se observa alta significancia estadística, en cuanto al número de semillas; y significancia estadística para altura, diámetro y tamaño de vainas. Con coeficiente de variación de 6.53, 3.18, 9.77 y 12.39 % respectivamente. El número de semillas muestra mayor variación según lo manifestado por SAUCEDO *et al.* (2007), el coeficiente de variación para clasificar el experimento de muy buena calidad debe tener valores entre el 5 y 10 %. Tomando en cuenta la referencia, posemos manifestar que hay una buena homogeneidad en la adquisición de los datos y los resultados son confiables.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para parámetros biométricos del cultivo de frijol Caupí, en función a la interacción de gallinaza (A) y enmiendas químicas (B).

Fuente de variación	GL	Altura		Diámetro		Vainas		Semillas	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	11	2.8	as	5.75	as	12.75	as	15.34	as
A (Gallinaza)	1	6.75	s	15.31	as	22.69	s	20.02	as
B (Enmiendas)	5	2.05	s	5.66	as	11.27	s	16.17	as
A*B (Gza*Enm)	5	2.75	s	3.91	s	12.24	s	13.57	as
Error	36	0.46		0.59		2.1		0.97	
Total	47								
C.V. (%)		6.53		3.18		9.77		12.39	

as : alta significancia  
s : significancia

**Cuadro 21.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza y enmiendas químicas, en parámetros biométricos del cultivo de frijol (Caupí).

Clave	Altura		Clave	Diámetro		Clave	Vaina		Clave	N° Semillas	
	media	Sig.		media	Sig.		media	Sig.		media	Sig.
<b>Gallinaza</b>											
GZ-10	10.75	a	GZ-10	6.62	a	GZ-10	15.54	a	GZ-10	11.92	a
GZ-20	10.00	b	GZ-20	5.49	b	GZ-20	14.17	b	GZ-20	10.63	b
<b>Enmiendas químicas</b>											
DO-4	10.88	a	RF-4	11.90	a	RF-4	15.88	a	DO-2	12.25	a
RF-4	10.75	a	DO-2	11.90	a	RF-2	15.75	a	RF-4	12.25	a
RF-2	10.63	a	RF-2	11.80	a	DO-2	15.75	a	RF-2	12.13	a
DO-2	10.50	a	DO-4	11.80	a	DO-4	15.00	a	DO-4	12.13	a
YA-4	9.88	b	YA-2	11.70	b	YA-4	13.38	b	YA-2	9.50	b
YA-2	9.63	b	YA-4	11.60	b	YA-2	13.38	b	YA-4	9.38	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

**Leyenda**

GZ : Gallinaza  
 RF : Roca fosfórica  
 DO : Dolomita  
 YA : Yeso agrícola

**Cuadro 22.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para gallinaza (A) y enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita yeso agrícola) (B), para parámetros biométricos del cultivo de frijol (Caupí).

Clave	Altura		Clave	Diámetro		Clave	Vainas		Clave	N° Semillas	
	Media	Sig.		Media	Sig.		Media	Sig.		Media	Sig.
<b>Gallinaza (A<sub>1</sub>) 10 Tm/ha</b>											
A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	11.00	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	6.89	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	15.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	12.25	a
A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	10.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	6.85	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	15.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	12.00	a
A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	10.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	6.72	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	15.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	12.00	a
A <sub>1</sub> en b <sub>1</sub>	10.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	6.49	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	15.5	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	11.75	a
A <sub>1</sub> en b <sub>2</sub>	10.75	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	6.49	a	A <sub>1</sub> en b <sub>4</sub>	15.25	a	A <sub>1</sub> en b <sub>5</sub>	11.75	a
A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	10.50	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	6.33	a	A <sub>1</sub> en b <sub>3</sub>	15.25	a	A <sub>1</sub> en b <sub>6</sub>	11.75	a
<b>Gallinaza (A<sub>2</sub>) 20 Tm/ha</b>											
A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	11.00	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	7.06	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	16.25	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	12.75	a
A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	10.75	a	A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	6.49	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	16.00	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	12.25	a
A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	10.50	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	6.39	a	A <sub>2</sub> en b <sub>1</sub>	15.75	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	12.25	a
A <sub>2</sub> en b <sub>3</sub>	10.50	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	5.85	a	A <sub>2</sub> en b <sub>4</sub>	14.75	a	A <sub>2</sub> en b <sub>2</sub>	12.25	a
A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	8.75	b	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	3.64	b	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	11.25	b	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	7.25	b
A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	8.50	b	A <sub>2</sub> en b <sub>5</sub>	3.52	b	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	11.00	b	A <sub>2</sub> en b <sub>6</sub>	7.00	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

En el Cuadro 21, presentamos la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) de efectos simples para enmiendas; se observa que dosis de gallinaza a 10 t/ha es estadísticamente diferente a gallinaza 20 t/ha; es decir con la aplicación de 10 t/ha de gallinaza, el cultivo de frijol alcanza mayor crecimiento, mayor diámetro de tallo, mayor tamaño de vainas y mayor número de semillas. Asimismo, se observa que menores resultados cuando aplicamos yeso agrícola en 2 y 4 t/ha.

En la interacción (Cuadro 20), presentamos la comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) Se observa que no hay diferencias estadísticas entre 10 t/ha de gallinaza con 2 y 4 t/ha de roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola respectivamente, para altura, diámetro, número de vainas y número de semilla. A diferencia cuando se aplicó 20 t/ha de gallinaza con 2 y 4 t/ha de roca fosfórica y dolomita muestra mayor resultado, frente a la combinación con yeso agrícola. PÉREZ (2015), hace referencia que la gallinaza es uno de los abonos de gran valor por que producen efectos positivos sobre los parámetros biométricos de las plantas; asimismo ROA (2012), manifiesta que el efecto benéfico de la gallinaza como enmienda orgánica mejora el desarrollo de las variables biométricas de crecimiento y producción en el cultivo de papa.

#### **4.3. Análisis de relación de beneficio-costo (B/C)**

Consiste en determinar los costos incurridos en la producción de frijol caupi; para los cálculos de beneficios se consideró un precio de venta de 3.50 nuevos soles por kilo

En la Cuadro 26, se muestra el análisis de beneficio costo (B/C) de los tratamientos en estudio en la producción de frijol caupi para 1 ha. De acuerdo a las evaluaciones realizadas durante los 80 días después de la siembra, el tratamiento en estudio con mayor número de semillas, fue el T<sub>11</sub> (gallinaza 20 t/ha + dolomita 2 t/ha), en comparación a los demás tratamientos en estudio, sin embargo al hacer el análisis de costo beneficio no es muy favorable para el tratamiento antes mencionado, ya que la rentabilidad es baja en comparación con los demás tratamientos.



**Cuadro 23.** Análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio.

Trat.	S./ Costo de producción/ha Rendimiento												
	A							B	C	D	E	F	G
	PT	GZ	SUP	SS	S.	Cos	CMyF	C. Total (\$/ha)	Rendimiento kg/ha	I. B.	Costo (\$/ha)	I. R.	B/C
T <sub>1</sub>	240	2400	1000	300	15	360	40	4355	2052.12	7182.42	2827.42	0.65	1.65
T <sub>2</sub>	240	2400	2000	300	15	360	40	5355	2290.23	8015.81	2660.81	0.50	1.50
T <sub>3</sub>	240	2400	480	300	15	360	40	3835	2125.04	7437.64	3602.64	0.94	1.94
T <sub>4</sub>	240	2400	960	300	15	360	40	4315	2081.89	7286.62	2971.62	0.69	1.69
T <sub>5</sub>	240	2400	480	300	15	360	40	3835	2011.95	7041.83	3206.83	0.84	1.84
T <sub>6</sub>	240	2400	960	300	15	360	40	4315	1839.33	6437.66	2122.66	0.49	1.49
T <sub>7</sub>	240	4800	1000	300	15	360	40	6755	2330.41	8156.44	1401.44	0.21	1.21
T <sub>8</sub>	240	4800	2000	300	15	360	40	7755	2250.27	7875.95	120.95	0.02	1.02
T <sub>9</sub>	240	4800	480	300	15	360	40	6235	2244.10	7854.35	1619.35	0.26	1.26
T <sub>10</sub>	240	4800	960	300	15	360	40	6715	2567.61	8986.64	2271.64	0.34	1.34
T <sub>11</sub>	240	4800	480	300	15	360	40	6235	2269.39	7942.87	1707.87	0.27	1.27
T <sub>12</sub>	240	4800	960	300	15	360	40	6715	1982.19	6937.67	222.67	0.03	1.03
Gaz10	240	2400	0	300	15	360	40	3355	1310.15	4585.53	1230.53	0.37	1.37
Gaz20	240	4800	0	300	15	360	40	5755	980.74	3432.59	-2322.41	-0.40	0.60
T <sub>0</sub>	240	0	0	300	15	360	40	955	220.24	770.84	-184.16	-0.19	0.81

Tratamientos:

T<sub>1</sub>: GZ 10 TM/ha + RF 2 TM/ha  
T<sub>2</sub>: GZ 10 TM/ha + RF 4 TM/ha  
T<sub>3</sub>: GZ 10 TM/ha + DO 2 TM/ha  
T<sub>4</sub>: GZ 10 TM/ha + DO 4 TM/ha  
T<sub>5</sub>: GZ 10 TM/ha + YA 2 TM/ha  
T<sub>6</sub>: GZ 10 TM/ha + YA 4 TM/ha  
T<sub>0</sub>: Testigo

T<sub>7</sub>: GZ 20 TM/ha + RF 2 TM/ha  
T<sub>8</sub>: GZ 20 TM/ha + RF 4 TM/ha  
T<sub>9</sub>: GZ 20 TM/ha + DO 2 TM/ha  
T<sub>10</sub>: GZ 20 TM/ha + DO 4 TM/ha  
T<sub>11</sub>: GZ 20 TM/ha + YA 2 TM/ha  
T<sub>12</sub>: GZ 20 TM/ha + YA 4 TM/ha

PT : Preparación de terreno.  
GZ : Gallinaza  
Enm : enmiendas  
SS : Siembra de semillas.  
Mo : Mano de obra.  
S : Precio de la semilla.  
Cos. : Cosecha.  
CMyF : Control de malezas y fitosanitaria.

C. Total : Costo total.  
I.B : Ingreso bruto.  
U : Utilidad.  
I.R : Índice de rentabilidad.  
B/C : Beneficio/Costo.  
Venta : \$/3.50.  
B : Suma de A.  
D : C x 3.50.

E : D - B.  
F : E/B.  
G : D/B

Por lo tanto, es importante sólo resaltar la relación de beneficio y costo del tratamiento  $T_3$ , ya que se obtiene mejor índice de rentabilidad. La relación de B/C del tratamiento  $T_3$  (GZ 10 TM/ha + DO 2 TM/ha) es un valor de 1.94, siendo un valor mayor a 1; por lo tanto, el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto, es decir que los ingresos son mayores a los egresos, por lo que se puede llegar a afirmar que, por cada nuevo sol invertido, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0.94 nuevos soles.

Esta gran diferencia entre el tratamiento  $T_3$  (GZ 10 TM/ha + DO 2 TM/ha) y  $T_{10}$  (GZ 20 TM/ha + DO 4 TM/ha), se debe a que los costos de producción para el primero son menos costosos, respecto al segundo. A pesar que las características biométricas del tratamiento  $T_{10}$  (GZ 20 TM/ha + DO 4 TM/ha) sean mejores y por ende el rendimiento sea el más alto, estos fueron afectados por el alto costo de producción donde juega un papel importante las dosificaciones, ya que a mayor dosificación mayor es el costo de producción.

## V. CONCLUSIONES

1. El mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas, obedece a la aplicación de gallinaza frente al testigo.

2. Con la aplicación de enmiendas químicas (roca fosfórica, dolomita y yeso agrícola), muestra una mejora en cuanto, a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, frente al tratamiento testigo.

3. El efecto de la interacción entre gallinaza y enmiendas químicas, no muestra un efecto a las dosis de aplicación para las propiedades físicas; en cuanto a las propiedades químicas, se muestra un efecto en cuanto al pH, P y CIC y en cuanto a las propiedades biológicas se muestra mayor efecto cuando se aplica 20 Tm/ha gallinaza y 2 Tm/ha de dolomita.

4. El mejor resultado para los parámetros biométricos se da cuando se aplica 10 Tm/ha de gallinaza y enmiendas químicas (roca fosfórica y dolomita), además se determinó que no hay diferencia entre dosis de aplicación de enmiendas químicas.

5. El tratamiento T<sub>3</sub> (GZ 10 TM/ha + DO 2 TM/ ha) obtuvo mejor rentabilidad 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.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de gallinaza y dolomita para la recuperación de suelos degradados, por ser un mejorador de suelo con gran aporte nutricional y fauna microbiana que ayuda en la descomposición de la materia orgánica. Asimismo, es económicamente rentable, porque los beneficios son mayores a los costos.

2. Se debe investigar la aplicación de estas enmiendas antes de la siembra para que el suelo pueda asimilar los nutrientes y materia orgánica, ya que en nuestra investigación se vio que las enmiendas son un mejorador de suelos degradados.

3. Se debe evaluar otro tipo de enmiendas y con menor dosificación por hectárea, a pesar que el rendimiento era alto de algunos tratamientos, estos se vieron afectados por el alto costo de producción que demanda y las altas dosis usadas.

## VII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ADEX - INCOMAB. 2001. Programa de menestras, campaña 2001. Boletín Técnico. Tingo María, Perú. 11 p.
- ADRA OFASA DEL PERÚ. 2002. Cultivo de frijol "Chaucha". Boletín Técnico. Huánuco, Perú. 50 p.
- AMEZQUITA C., E. 1992. Procesos físicos de degradación de suelos en Colombia. Actualidades ICA (Colombia) 6 (70): 1-21 p.
- ARIAS RESTREPO J, RENGIFO MARTINEZ T, JARAMILLO CARDONA M. 2007. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble. Ed. Seguridad alimentaria y nutricional, FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva".
- BARAHONA, L.A. 2015. Efecto de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo. Panamá. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318015081\\_EFECTO\\_DE\\_LA\\_GALLINAZA\\_EN\\_LAS\\_PROPIEDADES\\_FISICAS\\_Y\\_QUIMICAS\\_DE\\_L\\_SUELO](https://www.researchgate.net/publication/318015081_EFECTO_DE_LA_GALLINAZA_EN_LAS_PROPIEDADES_FISICAS_Y_QUIMICAS_DE_L_SUELO). Revisado el 3 de enero del 2019.
- BERRÍOS, J, P. 2015. Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo Lima, Perú. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1631/TESIS%20JUAN%20PABLO%20BERRIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Revisado el 8 de febrero del 2019.
- BIOFERMENTOS ORGANICOS, 2010. Manual para preparar Abonos y Biofermentos Orgánicos. USAID PERÚ PDA. Deployment/documentos/Manual para preparar abonos y bioferments org%C3%A1nicos.pdf.
- BRACAMONTE, 2009. Tipos de cal y por qué debes aplicar cal a los suelos agrícolas y de jardín (En línea): INFOJARDIN <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php> 1764 16).
- BRUNO, A. 1990. Leguminosas alimenticias. Editorial Fraele S.A. Lima, Perú. 136 p.

- BRUNO, A. H. 1990. Leguminosas alimenticias. 1• Edición. Distribuidora Fraile S.A. CONCYTEC. Lima- Perú. 130 p.
- BUENA SALUD. 2004. Composición nutricional del frijol “Chaucha”. Disponible en: <http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID3426&ReturnCtIDS> Documentos (02 abril del 2004).
- CABRERA, J. 2004. Efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad “Chaucha” en un suelo ácido de Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Tingo María, Perú. 88 p.
- CASTELLANOS J. Z.; J. X. UVALLE y A. AGUILAR. 2000. Memoria del curso sobre interpretación de análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y ECP. Versión preliminar. 188 P.
- CHACÓN, D. 2011. Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (Biol) en la producción de forraje del Medicago sativa en la estación experimental tunshi. Tesis de grado de ingeniería no publicada. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Pág. 51
- CHIAPPE, V.1992. Evaluación del Potencial Agrícola de la COSAT Central. Una propuesta para incrementar la frontera de Producción Agrícola del Frijol. Tesis Mg. Sc. Especialidad de Producción Agrícola. UNALM. 82pp.
- CLIMATE-DATA.ORG 2018. Disponible en <https://es.climate-data.org/info/imprint/>. Revisado el 2 de enero del 2019.
- CORTÉS A, SHIBATA J, JIMÉNEZ P, GALLEGOS J, VILLEGAS E, ESTEVA A. 2005. Crecimiento de la raíz del frijol con diferentes velocidades de seco del suelo. Ed. Terra Latinoamericana. Vol. 23.
- COSTA, J.L.; P. GODZ (1999). Aplicación de yeso agrícola a un natracuol del sudeste de la pampa deprimida. Ciencia del Suelo 17 (2) 1999. Pp 21-27.
- ERGOMIX. 2006. El Encalado en la regulación de PH (En línea): <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/encalado-de-suelos-t940/p0.htm#documentos> 10 de feb. 2016).
- ESTRADA, M. M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación. Antioquia. 2 (1): 43-48.

- FAO. (2002). Programa Académica. Recuperado el 24 de septiembre de 20015, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa>.
- FAO. 2007. Utilización de la roca fosfórica para una agricultura sostenible. Boletín FAO Fertilizantes y Nutrición Vegetal N° 13. Roma.
- FIGUEROA, O. L. 2012. Guía técnica: análisis de suelos y fertilización en el cultivo de cacao. Oficina académica de extensión y proyección social de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 28 p. [En línea]: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-b-cacao.pdf>.
- 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. Agríc. Univ. P.R. 95(3-4):211-221.
- HERNÁNDEZ. T. T. A. 2006. Sistematización de experiencias y conocimientos generados, agroforestería de selva alta, en el Perú. Reforestación participativa de la cuenca del río Monzón, para la recuperación del potencial productivo de suelos. INCADES. [En línea]: <http://incades.org>.
- HERVÉ, D.; LEDEZMA, R.; ORSAG, V. 2002. Limitantes y manejo de los suelos salinos y/a sódicos en el altiplano boliviano. IRD- CONDESAN. La paz. p. 59-64.
- HOWELLER. H., R. 2003. Prácticas de Conservación de Suelos para Cultivos Anuales. In: HOWELLER. H., R. Manejo y Conservación de Suelos de Ladera (Memorias del Primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos, Cali Colombia). S.C.C.S. pp 77 - 93.
- JÁCOME, A. (2011). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un inceptisol con propiedades andicas en la microcuenca centella dagua – valle. Tesis de pregrado. Universidad Del Valle.
- JIMENEZ, S. 1992. Evaluación de diferentes sustratos orgánicos en la crianza de lombriz roja (*Eisenia foetida* sav.) y la producción de humus de lombriz en Tingo María. Tesis Ing. en Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 159 p.
- LOLI O. 2012. Guía técnica: “Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de cacao” Agrobanco - Tarapoto, Perú. 37 p.

- LONGO, A.; FERRATO, J.; MONDINO, M.C.; GRASSO, R. (2005). Incorporación de Azufre y yeso agrícola en suelo salino-sódico: su efecto sobre el rendimiento y la calidad de lechuga bajo invernadero. Revista FAVE-Ciencias Agrarias 4(1-2)2005. Pp. 31-36
- LÓPEZ, J.; DÍAZ, A.; MARTÍNEZ, E Y VALDEZ, R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Durango, México. [Documento en línea]. Terra, Vol. 19 N°4 pp. 293-299. Dirección URL: [Consulta: 8, febrero, 2011].
- LÓPEZ. L. (2017). ESTABLECIMIENTO DE 5.000m<sup>2</sup> DE FRÍJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* Walp.), EN DOS CICLOS PRODUCTIVOS EN EL MUNICIPIO DE ACHÍ BOLÍVAR, CON FINES DEMOSTRATIVOS Y COMERCIALES. Universidad de la Salle.
- MOLINA E. y MELÉNDEZ G. (2002) Cuadro de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.
- MON, R. 2007. Ampliación del perfil de suelos erosionados y compactados mediante subsolado con enmienda cálcica profunda. Tesis Doctoral. Universidad de da Coruña. P 25-30, 154-156.
- MULLO, I. 2012. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnia. Riobamba, ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>. Revisado el 2 de enero del 2019
- MPLP (Municipalidad Provincial de Leoncio Prado). 2015. Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Rupa Rupa. Tingo María, Perú. 121 p.
- NÚÑEZ, J. S. (2000). Fundamentos de edafología. Tercera reimpresión de la segunda edición. Costa Rica, EUNED 188 p
- ORTIZ. A. (2010). Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Cerinza, en condiciones de agricultura urbana. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

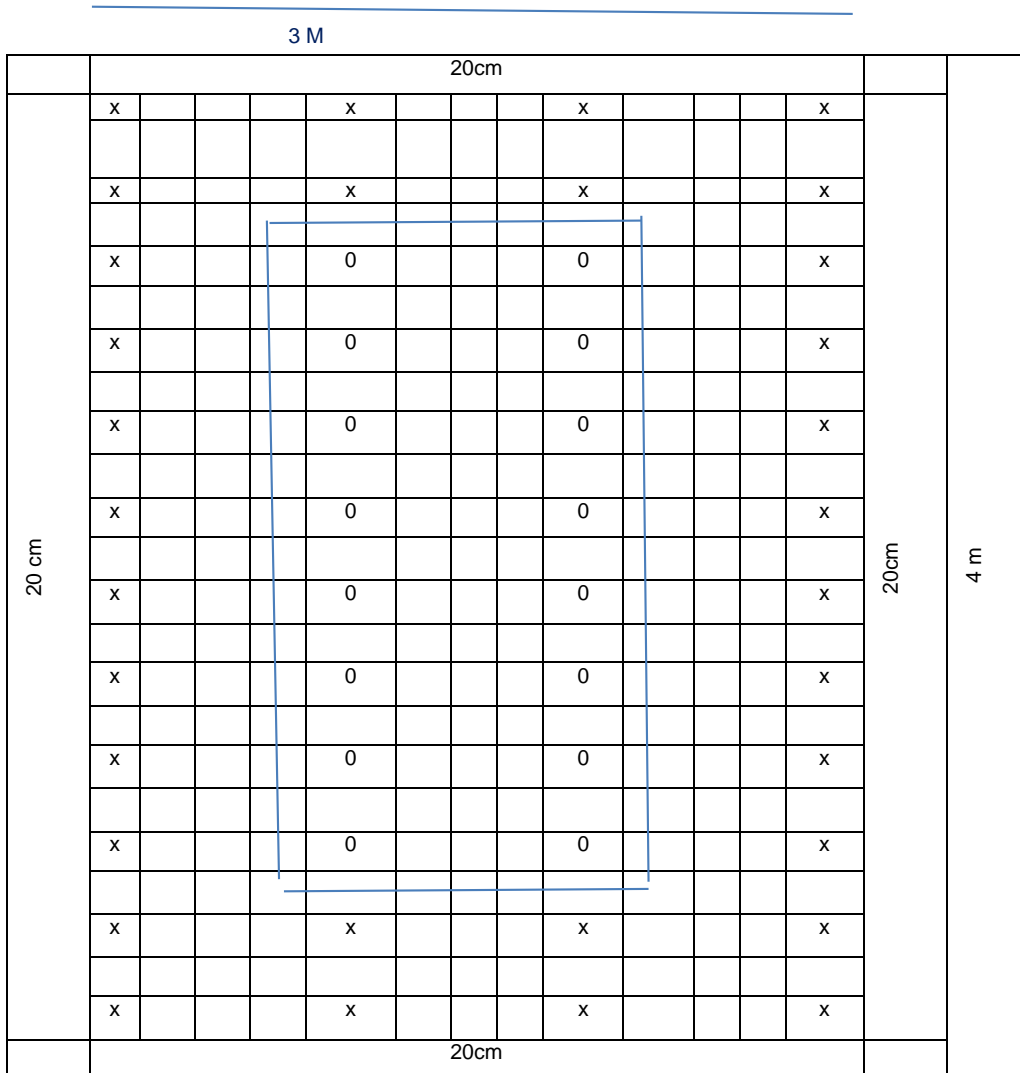


- OSORNO H y OSORNO L. 2011. Determinación de los requerimientos de cal. Suelos Ecuatoriales. 41(1): 29-35.
- PALACIOS, A. (2015). Evaluación de la etapa del despunte y del número de plantas por golpe sobre la producción de frijol caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el valle del medio Piura. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Piura
- PÉREZ, A; CÉSPEDES, C; NÚÑEZ, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana. R.C. Suelo Nutr. Veg. 8 (4). (10-29). Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>. Revisado el 8 de febrero del 2019.
- PÉREZ, R, A. 2015. Niveles de abonamiento con gallinaza y su influencia en las características agronómicas y capacidad de carga del pasto *Brachiaria brizanta* c.v. Marandu en Zungarococha. 2014. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3246/TESIS%20PARA%20LIBRO%20ROSA%20A.%20PEREZ%20PE%20C3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. revisado el 8 de febrero del 2019.
- PROYECTO PRA. 2003. Manual técnico del frijol Chaucha. Huánuco-Perú. 50 p.
- REYES, A. G. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la materia orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) c.v. Whithe Boston improved y las propiedades del suelo en condiciones de tapo Huaribamba. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/154/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. revisado el 8 de febrero del 2019.
- RESTREPO, C y LAING.1979. Conceptos básicos de fisiología de frijol. Curso intensivo de adiestramiento post - grado de investigación de producción de frijol CIAT Cali – Colombia. 12 p.
- ROA, 2012. Aplicaciones de gallinaza y *Trichoderma harzianum* (ascomycota: hypocraceae) en el desarrollo de *Solanum tuberosum*, Municipio José

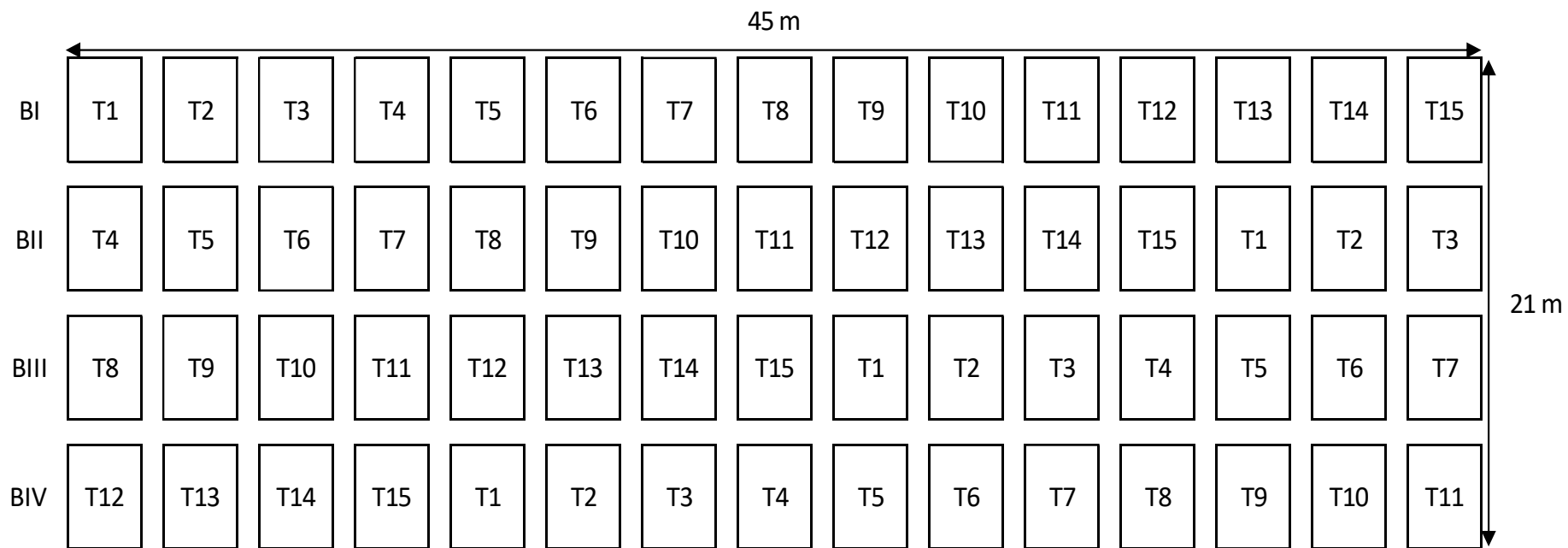
- María Vargas. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Experimental del Táchira.
- RÓMAN. P, MARTINEZ. M Y PANTOJA. A, 2013. Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago de Chile. [Documento en línea]. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- RUIZ, 2014. 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. Recursos Naturales Renovables. Tingo María – Perú.
- RUIZ, J. (2010). Eficiencia relativa y calidad de los experimentos de fertilización en el cultivo de caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, vol. 28, núm. 2, abril-junio, 2010, pp. 149-154 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- 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 de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- SIMPSON, K. 1991. Abonos y Estiércoles. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 155 p.
- SUAREZ DE CASTRO, F. 1998. Desyerbas con machete en los cafetales. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, Campaña de Defensa y Restauración de Suelos, 1981. 5 p (Circular Ex - 273 de abril 19 de 1998) (mimeografiado).
- VITERI, S., MARTÍNEA, J., & BERMÚDEZ, A. (2002). Selección de Abonos Verdes para los suelos de Tumerqué, Boyacá, Colombia. *Comunidad digital de conocimiento*, N° 9.
- VIVIENDO SANOS.com. 2015. Propiedades de la dolomita [En línea]: (<http://viviendosanos.com/dolomita-propiedades/>)

- ZAPATA, F. Y ROY, R.N. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. FAO. Fertilizantes y nutrición vegetal. N° 13. Roma. [En línea]: (<http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>)
- ZAVALA, S J. 1999. Estudio morfo pedológico como base para la recuperación de suelos degradados en Tingo María. Tesis para optar el grado de M.Sc. en Suelos, Universidad Nacional Agraria la molina, 155. Pág.

### VIII. ANEXO.



**Figura 3.** Detalle del Croquis de la parcela experimental



**Figura 4.** Croquis de la parcela experimental.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analizadesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE		RODRIGO PONCE ESCOBAL				PROCEDENCIA					MONZON												
N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICc	%	%	%
		REFERENCIA	%	%	%	Textura	1:1							%	%	ppm	ppm	Ca	Mg				
								Aréna	Arilla	Limo													
1	S2484	B1 G1	RF1	39.2	26.6	34.2	Franco	4.63	2.14	0.10	2.67	159.43	---	6.64	1.56	--	--	1.80	0.20	10.20	80.39	19.61	17.65
2	S2485	B1 G1	RF2	39.2	26.4	34.4	Franco	4.50	2.16	0.10	1.27	117.45	---	7.81	1.70	--	--	1.60	0.40	11.51	82.62	17.38	13.90
3	S2486	B1 G1	D1	41.2	26.4	32.4	Franco	4.56	2.15	0.10	1.97	116.95	---	7.72	1.54	--	--	1.20	0.50	10.96	84.49	15.51	10.95
4	S2487	B1 G1	D2	37.2	26.4	36.4	Franco	4.48	2.18	0.10	1.10	179.92	---	7.84	1.64	--	--	1.10	0.10	10.88	87.13	12.87	10.11
5	S2488	B1 G1	YA1	37.2	26.4	36.4	Franco	4.54	2.15	0.10	2.44	176.92	---	7.92	1.74	--	--	0.90	0.10	10.66	90.62	9.38	8.44
6	S2489	B1 G1	YA2	37.2	24.4	38.4	Franco	4.71	2.16	0.10	7.06	281.88	---	8.15	1.81	--	--	0.80	0.20	10.96	90.88	9.12	7.30
7	S2490	B1 G1	O1	37.2	26.4	36.4	Franco	4.46	2.14	0.10	1.67	116.95	---	5.65	1.41	--	--	2.01	0.19	9.26	76.24	23.76	21.71

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
FECHA : 05 de marzo 2018  
RECIBO: 0529935

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANALISIS DE SUELOS  
Ing. Luis G. Mancilla Miroja  
JEFE



Figura 5. Análisis de suelos submuestras del método del zigzag, del 1 al 7.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisedesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE		RODRIGO PONCE ESCOBAL						PROCEDENCIA					MONZON										
N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICo	%	%	%
				Arana	Are/Na	Limu	Textura							1:1	%	%	ppm	ppm	Ca				
		REFERENCIA	%	%	%																		
8	S2491	B1 G2	RF1	39.2	24.4	36.4	Franco	4.60	2.12	0.10	3.21	170.47	---	7.06	1.75	--	--	1.60	0.40	10.81	81.51	18.19	14.80
9	S2492	B1 G2	D1	39.2	26.4	34.4	Franco	4.54	2.13	0.10	2.74	138.44	---	7.82	1.76	--	--	1.60	0.40	11.58	82.73	17.27	13.82
10	S2493	B1 G2	RF2	35.2	26.4	38.4	Franco	4.43	2.13	0.10	9.07	121.45	---	7.94	1.92	--	--	1.40	0.40	11.66	84.56	15.44	12.01
11	S2494	B1 G2	YA2	37.2	26.4	36.4	Franco	4.28	2.14	0.10	2.51	179.96	---	7.95	1.93	--	--	1.55	0.05	11.40	86.07	13.93	13.50
12	S2495	B1 G2	O2	37	26.8	36.2	Franco	4.53	2.11	0.09	1.67	118.82	---	6.03	1.67	--	--	1.00	1.10	9.80	78.56	21.44	10.21
13	S2496	B1 G2	D2	35.2	26.4	38.4	Franco	4.46	2.15	0.10	1.82	155.93	---	8.05	2.00	--	--	1.35	0.35	11.75	85.53	14.47	11.49
14	S2497	B1 G2	YA1	36.8	26.4	36.8	Franco	4.65	2.12	0.10	4.36	140.94	---	7.94	1.82	--	--	1.60	0.20	11.56	84.42	15.58	13.84

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA: 05 de marzo 2018

RECIBO: 0529925

  
 Ing. Arlen G. Mansilla Miroso  
 JEFE



Figura 6. Análisis de suelos submuestras del 1 al 14.





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE		RODRIGO PONCE ESCOBAL				PROCEDENCIA					MONZON												
N°	COD. LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC...	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
				Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca
		REFERENCIA	%	%	%																		
15	S2498	B3 G1	D1	33.2	26.4	40.4	Franco	4.29	3.28	0.15	2.51	118.45	---	7.54	1.53	--	--	2.01	0.05	11.13	81.50	18.50	18.05
16	S2499	B3 G1	YA1	33.2	26.4	40.4	Franco	4.60	3.27	0.15	2.13	112.45	---	7.73	1.67	--	--	1.81	0.04	11.25	83.55	16.45	16.09
17	S2500	B3 G1	D2	35.2	26.4	38.4	Franco	4.57	3.29	0.15	6.29	118.95	---	7.98	1.83	--	--	1.50	0.42	11.73	83.64	16.36	12.78
18	S2501	B3 G1	O1	33.2	26.4	40.4	Franco	4.82	3.27	0.15	1.74	83.96	---	4.83	1.52	--	--	2.00	0.10	8.45	75.14	24.86	23.68
19	S2502	B3 G1	RF1	33.2	26.4	40.4	Franco	4.76	3.29	0.15	2.51	153.93	---	7.85	1.60	--	--	1.00	0.50	10.95	86.30	13.70	9.13
20	S2503	B3 G1	YA2	33.2	26.4	40.4	Franco	4.52	3.28	0.15	5.98	194.41	---	7.98	1.75	--	--	1.20	0.50	11.43	85.13	14.87	10.50
21	S2504	B3 G1	RF2	35.2	26.4	38.4	Franco	4.70	3.30	0.15	11.69	160.43	---	7.98	1.63	--	--	1.00	0.40	11.01	87.28	12.72	9.09

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
FECHA: 05 de marzo 2010  
RECIBO: 0529935

Ing. Luis G. Mansilla Minaya  
JEFE



Figura 7. Análisis de suelos submuestras del 15 al 21.





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisis@suelosunag@hotmail.com



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE		RODRIGO PONCE ESCOBAL				PROCEDENCIA					MONZON												
N°	COD. LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+) / kg						C/Ce	%	%	%	
				Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H
		REFERENCIA	%	%	%		1:1	%	%	ppm	ppm												Bas. Camb.
22	S2505	B3 G2	D1	35	24.4	40.6	Franco	4.63	3.13	0.14	2.59	116.45	---	7.92	1.69	--	--	1.50	0.40	11.51	83.50	16.50	13.03
23	S2506	B3 G2	YA2	37.2	24.4	38.4	Franco	4.38	3.14	0.14	6.60	198.91	---	7.99	1.85	--	--	1.60	0.12	11.64	84.54	15.46	14.43
24	S2507	B3 G2	RF1	34.6	26.4	39	Franco	4.41	3.14	0.14	2.74	184.92	---	7.89	1.66	--	--	1.60	0.30	11.45	83.40	16.60	13.98
25	S2508	B3 G2	YA1	37.2	26.4	36.4	Franco	4.37	3.13	0.14	2.44	114.45	---	7.75	1.75	--	--	1.80	0.20	11.50	82.61	17.39	15.65
26	S2509	B3 G2	O2	33.2	26.4	40.4	Franco	4.53	3.13	0.14	2.04	94.46	---	5.82	1.62	--	--	2.00	0.06	9.50	78.31	21.69	21.06
27	S2510	B3 G2	D2	35.2	26.4	38.4	Franco	4.90	3.15	0.14	6.45	178.42	---	8.03	1.92	--	--	1.30	0.50	11.75	84.68	15.32	11.07
28	S2511	B3 G2	RF2	37.2	22.4	40.4	Franco	4.70	3.15	0.14	12.77	190.42	---	8.05	1.79	--	--	1.50	0.30	11.64	84.54	15.46	12.88

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA: 05 de marzo 2010

RECIBO: 0529935

Ing. G. Mansilla Murga  
JEFE



Figura 8. Análisis de suelos submuestras del 22 al 28.

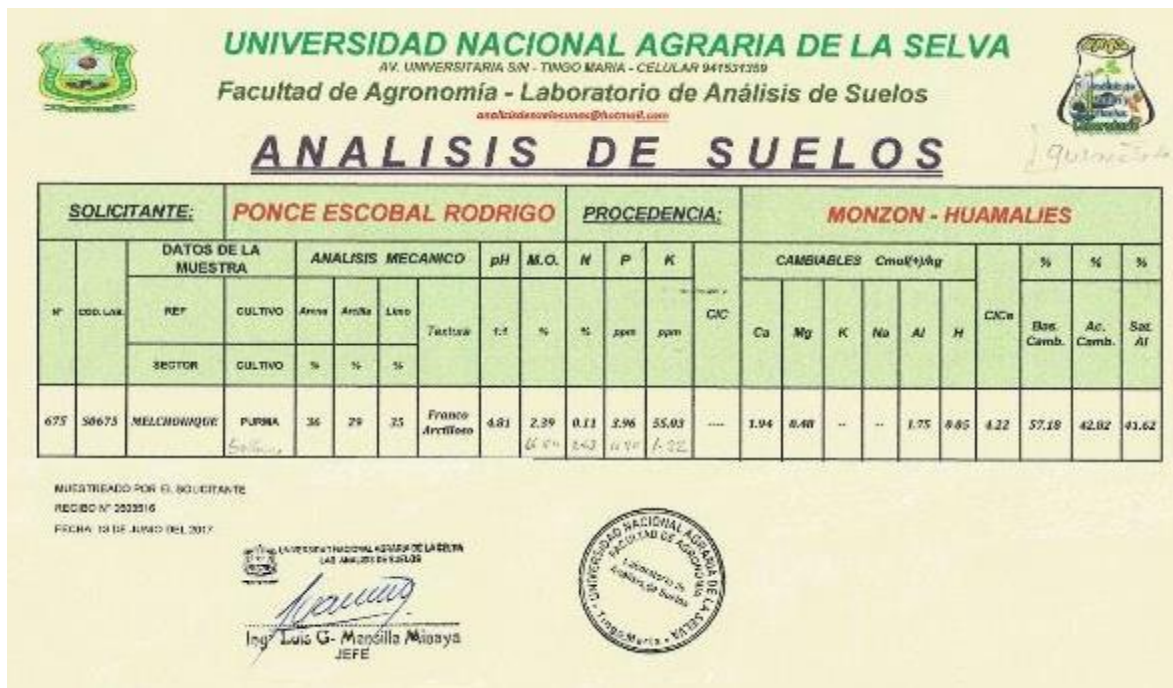


Figura 9. Análisis del suelo inicial.

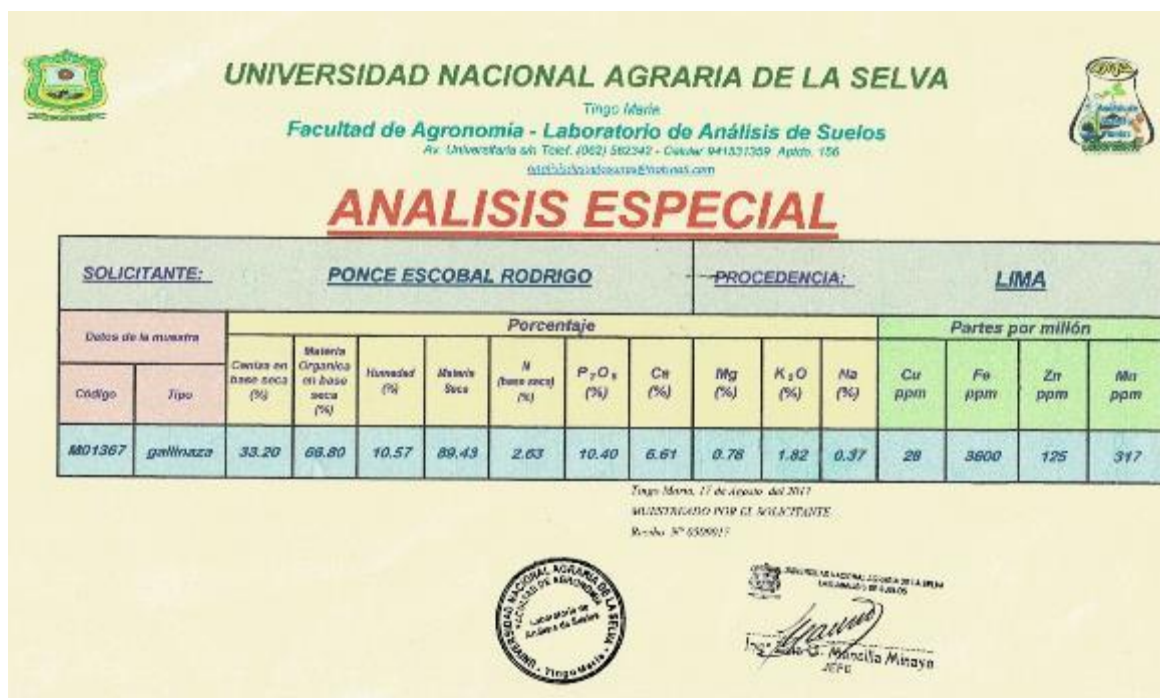


Figura 10. Análisis de la gallinaza.



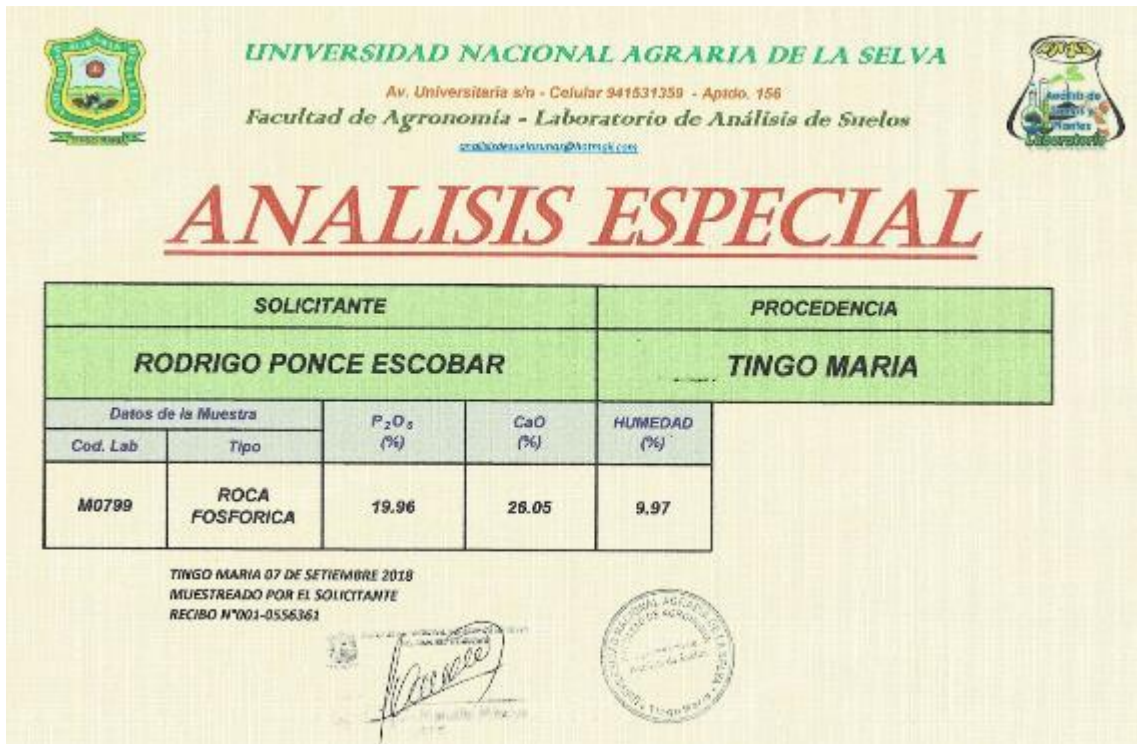


Figura 11. Análisis de la roca fosfórica.



Figura 12. Análisis de la dolomita.





**Figura 13.** Preparación del terreno: a. Preparación del terreno, b. Nivelación del campo, c. Aplicación de enmiendas, d. Surcado.



**Figura 14.** Siembra, deshierbo y medición del frijol caupí: a. Siembra del frijol, b. Deshierbo y medición del diámetro y altura de la planta.





**Figura 15.** Longitud de vainas y conteo de número de granos por vaina: a. Vainas de frijol caupí tomadas al azar, b. Medición de la longitud de vainas.



**Figura 16.** Visita de los miembros del jurado al campo experimental.