

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS Y ROCA  
FOSFÓRICA AL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN  
HERMILIO VALDIZAN”**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESTEBAN CABRERA CONDORI**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2015**

## DEDICATORIA

A Dios, por ser siempre mi guía y por haberme dado la sabiduría para culminar mis estudios.

A mis queridos padres Cabrera Casas, Celestino y Condori Chávez, Pacisa quienes depositaron toda su confianza en mí y me apoyaron en todo para poder cumplir no sólo uno de mis sueños, sino cumplir el de ellos también.

A mis hermanos Lidia, Franklin, Clinton y Jhamilton, quienes son un gran ejemplo para mí y por haberme incentivado a seguir adelante y a tener presente que podemos lograr todos nuestros objetivos poniendo nuestro esfuerzo y sacrificio.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyó con mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. M.Sc. Hugo Huamaní Yupanqui y al Ing. Rómulo Echegaray Farfán coasesor del presente trabajo, por sus valiosas colaboraciones.
- A los miembros del jurado de tesis, Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. Luis Mansilla Minaya y al Blgo. M.Sc. Miguel Huauya Rojas por su apoyo.
- A los señores Grober Mamani Quispe y esposa, cafetaleros de Ugarteche, por su apoyo en la realización del presente trabajo.
- A mi enamorada Saydu Diana Lama Ortega, quien me brindó su apoyo incondicional en todo momento bueno y malo, para finalizar la presente tesis.
- A mi gran amigo, Leonardo Florido Zuñiga quien me brindó su apoyo en todo momento para la realización del presente trabajo de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Generalidades del cultivo de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	13
2.1.1. Requerimientos de minerales por el cafeto.....	13
2.2. Materia orgánica.....	15
2.2.1. Materia orgánica en el suelo.....	16
2.3. Microorganismos efectivos.....	16
2.3.1. Usos de los microorganismos efectivos (ME).....	17
2.3.2. Principales microorganismos efectivos.....	18
2.3.2.1. Bacteria fotosintética (Fototrófica).....	18
2.3.2.2. Bacterias ácido lácticas.....	19
2.3.2.3. Levaduras.....	20
2.3.2.4. Actinomicetos.....	20
2.3.2.5. Hongos de fermentación.....	21
2.4. Descripción de los componentes en estudio.....	22
2.4.1. Cultivo de café variedad Borbón.....	22
2.4.2. Abono orgánico bocashi.....	22
2.4.3. Elaboración del bocashi.....	24
2.4.3.1. Insumos.....	25
2.4.3.2. Procedimiento.....	25
2.4.4. Factores considerados en la elaboración del bocashi.....	27

2.4.4.1. Temperatura.....	28
2.4.4.2. Humedad.....	28
2.4.4.3. La aireación.....	28
2.4.4.4. pH (potencial de hidrógeno).....	29
2.4.4.5. El tamaño de las partículas de los ingredientes.....	29
2.4.4.6. Relación carbono-nitrógeno (C/N).....	29
2.4.5. Gallinaza.....	29
2.4.6. Roca fosfórica.....	31
2.4.6.1. Solubilización de la roca fosfórica.....	31
2.4.7. Guano de isla.....	32
2.5. Antecedentes en la aplicación de roca fosfórica y abonos orgánicos..	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. Campo experimental.....	36
3.1.1. Ubicación.....	36
3.1.2. Condiciones climáticas.....	37
3.1.3. Historia del campo experimental.....	37
3.1.4. Características del suelo.....	38
3.2. Componentes en estudio.....	39
3.3. Tratamientos en estudio.....	40
3.4. Diseño experimental.....	40
3.5. Descripción del experimento.....	42
3.5.1. Dimensiones del campo experimental.....	42
3.5.2. Dimensiones del bloque.....	42
3.5.3. Parcelas.....	43

3.5.4. Características de las hileras.....	43
3.5.5. Características de la unidad experimental.....	43
3.6. Ejecución del experimento.....	44
3.6.1. Demarcación del área experimental.....	44
3.6.2. Muestreo del suelo.....	45
3.6.3. Muestreo del suelo para el análisis microbiológico.....	45
3.6.4. Aplicación de las fuentes de abono.....	46
3.6.5. Control de malezas, plagas y enfermedades.....	46
3.6.6. Cosecha.....	46
3.7. Características evaluadas.....	47
3.7.1. Aplicación del abono orgánico y roca fosfórica en la biología del suelo.....	47
3.7.2. Aplicación del abono orgánico y roca fosfórica en las características químicas y físicas del suelo.....	47
3.7.3. Calidad en taza del café pergamino seco.....	47
3.7.4. Peso de 100 granos de café pergamino seco.....	48
3.7.5. Rendimiento de café pergamino seco.....	49
3.7.6. Estimación del rendimiento de la próxima campaña de acuerdo al número de frutos por planta.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. Efecto de la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en las características del suelo.....	51
4.1.1. Efecto en las características químicas y físicas del suelo.....	51
4.1.2. Efecto en la biología del suelo.....	53

4.2. Efecto en el rendimiento del cultivo de café.....	57
4.2.1. Peso de 100 granos de café pergamino seco.....	57
4.2.2. Rendimiento de café pergamino seco.....	60
4.2.3. Número de frutos por planta en la estimación del rendimiento de la próxima campaña.....	64
4.3. Calidad en taza del café.....	67
V. CONCLUSIONES.....	71
VI. RECOMENDACIONES.....	73
VII. RESUMEN.....	74
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	75
IX. ANEXO.....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Extracción de elementos esenciales por la planta de café para una producción de 20 qq/ha-1. ....	14
2. Composición de los microorganismos eficientes. ....	18
3. Características químicas del bocashi. ....	23
4. Contenido nutricional del bocashi. ....	24
5. Datos climáticos correspondientes al período experimental. ....	37
6. Cronograma de explotación agrícola.....	38
7. Análisis físico – químico del suelo experimental (Ugarteche – Hermilio Valdizán). ....	39
8. Descripción de los tratamientos en estudio.....	40
9. Esquema del análisis de varianza. ....	41
10. Clasificación de acuerdo al puntaje de calificación sensorial, según la Specialty Coffee Association of América (SCAA). ....	48
11. Características físicas y químicas de las muestras de suelo de los tratamientos en estudio. ....	52
12. Número de microorganismos encontrados en los tratamientos. ....	54
13. Análisis de variancia para el peso de 100 granos de café. ....	57
14. Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el peso de 100 granos de café pergamino. ....	58
15. Análisis de variancia para el rendimiento del café pergamino. ....	60



16. Análisis de rentabilidad de café pergamino por parcela de cada tratamiento y proyectada a una hectárea. ....	61
17. Análisis de variancia para el número de frutos por planta para la estimación del rendimiento de la próxima campaña. ....	64
18. Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el número de frutos por planta para la estimación del rendimiento de la próxima campaña. ....	65
19. Principales característica organolépticas de los tratamientos. ....	68
20. Calificativo de la clase textural del suelo (MANSILLA, 2013). ....	84
21. Calificativo y causas del grado de pH (MANSILLA, 2013). ....	84
22. Contenido de cationes cambiables y otras propiedades del suelo (Universidad Nacional Agraria La Molina). ....	85
23. Análisis de Bocashi y Gallinaza. ....	85
24. Peso de 100 granos de café pergamino (g) ....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Pasos para la elaboración del bocashi.....	26
2. Ubicación del distrito de Hermilio Valdizán.....	36
3. Dimensiones del área en estudio.....	44
4. Flujo del proceso de beneficio húmedo.....	49
5. Fases antes de la exportación del café verde.....	49
6. Rendimiento y tratamientos en el café pergamino.....	62
7. Frutos por planta en la estimación de la próxima campaña.....	66
8. Visita del Ing. Luis Mansilla, a la parcela experimental.....	86
9. Visita del Ing. Hugo Huamaní Yupanqui, y el Blgo. MSc. Miguel Huauya Rojas. ....	87

## INTRODUCCIÓN

Desde hace dos décadas el cultivo de café en el país representa el primer producto agrícola de exportación; aproximadamente 150,000 familias agricultoras se dedican a su producción, en una superficie de 300,000 ha de las cuales el 75% de estas las fincas están ubicadas en altitudes por encima de 1200 m.s.n.m. permitiendo obtener cafés de excelente calidad. El 95% de la producción nacional está destinado directamente a mercados internacionales así constituyéndose este cultivo en la Selva Alta, como una fuente de ingresos y los generadores de empleos (DÍAZ, 2007).

La baja fertilidad de los suelos y la carencia de las fuentes de nutrición son un problema que genera la expansión de cultivos ilegales, tales como la deforestación y el uso irracional de los recursos naturales, por lo que provoca un auge en la pobreza de los agricultores en estas regiones. Asimismo se tienen problemas con la plantación del café con respecto a la baja productividad y calidad, siendo éste el desequilibrio nutricional que provoca la caída en los rendimientos, calidad de taza, floración desparejada, baja resistencia del cultivo contra el ataque de plagas y enfermedades, etc. Ante esta situación del desequilibrio nutricional el agricultor recurre al abonamiento con fertilizantes químicos, estos suelen ser costosos y contaminantes por lo que se propone abonar con abonos orgánicos (DÍAZ, 2007).

El manejo integral del abonamiento se ha convertido en una necesidad importante en el cultivo de café y en la macrofauna del suelo, por lo que se

considera importante iniciar este trabajo de investigación para conocer los efectos de las fuentes de abonos orgánicos y roca fosfórica, basados en estas premisas se planteó los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Determinar la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en el rendimiento y en la calidad del café.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en algunas características químicas y biológicas del suelo.
2. Evaluar la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en el rendimiento del cultivo de café.
3. Evaluar la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en el rendimiento y en la calidad de taza del café.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

El café es cultivado en un rango altitudinal de 400 a 2000 m.s.n.m., sin embargo, las que están de 1200 a 1800 m.s.n.m son consideradas las mejores zonas para obtener un café de buena calidad con temperaturas que oscilan de 18 °C a 22 °C y extremos de 17 °C a 23 °C. Además, por encima de la temperatura promedio de 24 °C, se acelera el crecimiento vegetativo con limitaciones tanto en la floración como en el cuajado de los frutos (FIGUEROA, 1984; y FIGUEROA *et al.*, 1996).

GONZÁLES (2007), menciona que las precipitaciones deben tener una distribución de acuerdo a los requerimientos del agua de la planta del cafeto en las etapas de floración, llenado de grano y cosecha. La cantidad de precipitación requerida por el café para un buen crecimiento y desarrollo es de 1600 a 1800 mm/año

#### 2.1.1. Requerimientos de minerales por el cafeto

FIGUEROA (1984), menciona que el café es una planta que tiene altos requerimientos de nutrientes minerales para producir cosechas rentables, por lo que la fertilización constituye una de las labores efectivas para mejorar su productividad.

CASTAÑEDA (1997), manifiesta que una producción de 20 quintales por hectárea ( $qq/ha^{-1}$ ) se puede extraer del suelo los elementos esenciales que se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Extracción de elementos esenciales por la planta de café para una producción de  $20 qq/ha^{-1}$ .

Órganos del café	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg $ha^{-1}$					
Tallo y raíz	15,0	2,0	25,0	9,0	2,0	2,0
Ramas	14,0	2,0	20,0	6,0	3,0	1,0
Follaje	53,0	11,0	45,0	18,0	7,0	3,0
Frutos maduros	30,0	3,0	35,0	3,0	3,0	3,0
Totales	112,0	18,0	125,0	36,0	15,0	9,0

Fuente: CASTAÑEDA (1997)

Al analizar los porcentajes de extracción, las hojas son las que extraen la mayor cantidad de elementos minerales; éstas caen al suelo y por el proceso de descomposición estos elementos minerales se reincorporan nuevamente al suelo. Lo que extrae el tallo, la raíz y las ramas es lo que constituye el almacén de la planta y esto se realiza en los primeros tres años de vida de la planta. Cuando realizamos la cosecha los elementos minerales que forman los frutos no lo devolvemos al suelo, y si no fertilizamos vamos agotando lentamente las reservas del suelo (CASTAÑEDA, 1997).

La máxima absorción de elementos minerales se produce en la etapa de floración en la subida de lluvias y en la etapa de llenado del grano en

la bajada de lluvias. Las reservas acumuladas en las hojas y en las ramas son importantes en el llenado de grano para que las semillas alcancen su máximo tamaño, por ello el fraccionamiento y las épocas de aplicación de abonos deben estar relacionadas con épocas de mayor absorción de elementos esenciales. Además, durante la época de floración (Octubre – Noviembre) y al final de la época de llenado de grano (Febrero – Marzo), se puede realizar una tercera aplicación en el mes de máxima cosecha solamente cuando la producción pasa de 20 qq/ha<sup>-1</sup> con el objeto de aumentar el número de yemas que se transformarán en frutos y el aumento de los rendimientos de 10 a 20% en la próxima campaña (CASTAÑEDA, 2000).

Según Castañeda (1997), citado por SÁNCHEZ (1982), menciona que en la fertilización la devolución de los nutrientes utilizados por la planta en la campaña anterior, lo principal es dar los nutrientes a la planta para la campaña actual y así lograr que las yemas en latencia formen un nuevo crecimiento ortotrópico y plagiotrópico, y así mismo aquel crecimiento preparado en la campaña actual si es bastante aceptable, beneficiará la producción de la campaña que viene.

## **2.2. Materia orgánica**

Se podría definir como los restos de vegetales y animales de cualquier naturaleza que han completado su evolución o interrumpido a fin de incorporarlo al suelo. También es definida como fracción orgánica del suelo que incluye a los residuos vegetales y animales en descomposición, tejido celular de organismos

que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo (PICASO y AÑASCO, 2005).

### **2.2.1. Materia orgánica en el suelo**

INPOFOS (1997), menciona que la materia orgánica del suelo contiene alrededor de 5% de nitrógeno total y, por lo tanto, es una bodega que acumula reservas de nitrógeno. Sin embargo, el nitrógeno en la materia orgánica se encuentra formando parte de compuestos orgánicos y no está inmediatamente disponible para el uso de las plantas debido a que la descomposición ocurre lentamente. La materia orgánica también contiene otros elementos esenciales para la planta como, P, Mg, Ca, S y micronutrientes. A medida que la materia orgánica se descompone, los nutrientes pasan a ser disponibles para la planta en crecimiento.

BENZING (2001), menciona que el contenido de la materia orgánica del suelo es el resultado del balance entre humificación y mineralización, y de la productividad del ecosistema por otro; cuánto más productivo es un sistema y tanto más desechos vegetales queden en el suelo.

### **2.3. Microorganismos efectivos**

Según Higa y Parr (1994), citado por RUEDA (2009), menciona que en los ecosistemas naturales existen una serie muy amplia de microorganismos naturales benéficos que son activadores del suelo y de ecosistemas. Estos se encargan de descomponer la materia orgánica del suelo y demás residuos que



se depositan en él. Algunos fijan nitrógeno de la atmosfera, controlan a otros microorganismos dañinos e incrementan la disponibilidad de nutrientes para la planta a través del reciclaje de estos, degradan alguna sustancias tóxicas, incluyendo pesticidas, también producen antibióticos y otros componentes bioactivos, mejorando la agregación del suelo entre otras funciones.

Según Higa (1991), citado por RUEDA (2009), menciona que los microorganismos efectivos (EM) es un cultivo múltiple asociativo de las bacterias y los hongos benéficos e inocuos, sin las modificaciones genéticas. Además de ser un cultivo mixto de microorganismos con ocurrencia natural, pueden ser aplicados como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos y plantas.

### **2.3.1. Usos de los microorganismos efectivos (ME)**

Según Higa (1991), citado por RUEDA (2009), menciona que los microorganismos eficientes se usan para:

- Descomponer rápidamente los residuos orgánicos por fermentación sin malos olores y formando ácidos húmicos.
- Producir nutrientes para las plantas.
- Para controlar plagas y enfermedades en los seres vivos.
- Impedir la pérdida de nutrientes por lavado, volatilización y erosión.
- Para transformar los desechos malolientes y tóxicos de aguas residuales de alcantarillas e industriales, en productos útiles.
- Produce sustancias antioxidantes y en la regeneración de suelos.

- Para eliminar parásitos, hongos y bacterias patogénicas como las salmonelas y *Escherichia coli*.
- Absorbe y eliminando el amonio, el ácido sulfhídrico y sus sales.

**Cuadro 2.** Composición de los microorganismos eficientes.

<b>Composición de los Microorganismos Eficientes</b>	
<b>Grupos de microorganismos</b>	<b>Géneros y especies</b>
Bacterias lácticas o lactobacilos	<i>Streptomyces albus albus</i> <i>Rhodopseudomonas palustris</i>
Bacterias fotosintéticas	<i>Rhodobacter Sphaeroides</i>
Levaduras	<i>Lactobacilius plantarum</i>
Actinomicetos	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> <i>Streptococcus lactis</i>
Hongos	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Mucor hiemalies</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Fuente: HIGA Y PARR (1994); citados por BELÉN Y MENÉNDEZ (2002),

### **2.3.2. Principales microorganismos efectivos**

#### **2.3.2.1. Bacteria fotosintética (Fototrófica)**

RAMÍREZ (2006), menciona que las bacterias fotosintéticas como *Rhodopseudomonas plastrus* y *Rhodobacter sphaeroides* pueden fijar el nitrógeno atmosférico y bióxido de carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetiza sustancias bioactivas. Asimismo, las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Además, sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, la materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el

sulfuro de hidrogeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Asimismo, las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de plantas.

FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA (2009), menciona que estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustratos para el desarrollo de bacterias. Por otro lado, el crecimiento de las bacterias fotosintéticas en los suelos hace que aumenten la gran cantidad de otros microorganismos eficaces.

### **2.3.2.2. Bacterias ácido lácticas**

RAMÍREZ (2006), menciona que las bacterias tales como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Streptococcus lactics* son bacterias ácido lácticas que producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y levaduras.

FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA (2009), menciona que el ácido láctico es un potente esterilizador para combatir a los microorganismos perjudiciales y así acelerar la descomposición de la materia orgánica. Facilitan la fermentación de los materiales como la celulosa y troncos, evitando causar perjuicios similares a los que se originan, cuando los materiales entran en descomposición. Tiene la habilidad de suprimir la propagación del *Fusarium* (patógeno que produce problemas de enfermedades en los cultivos). A su vez esta condición de debilidad produce el incremento en las poblaciones de

nemátodos. La presencia de los nemátodos, a medida que las bacterias ácido lácticas actúan suprimiendo los Fusarium, disminuye progresivamente.

### **2.3.2.3. Levaduras**

RAMÍREZ (2006), menciona, a *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, son levaduras que degradan las proteínas complejas y los carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como plantas superiores.

FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA (2009), menciona que las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por bacterias fotosintéticas, así como los de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como las hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de las raíces. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los Actinomicetos.

### **2.3.2.4. Actinomicetos**

RAMÍREZ (2006), menciona, a *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, funcionan como los antagonistas de muchas bacterias y de hongos patógenos de plantas debido a que producen antibióticos (efectos

biostáticos y biocidas), benefician el crecimiento y actividad de axobacter de las micorrizas. Los actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así ambas mejoran la calidad de suelos a través del incremento de la actividad microbiana.

FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA (2009), menciona que la estructura de los Actinomicetos, intermedia entre las bacterias y los hongos, produce sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y materia orgánica. Estas sustancias antimicrobianas hacen suprimir hongos dañinos y bacterias patógenas.

#### **2.3.2.5. Hongos de fermentación**

FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA (2009), menciona que los hongos de fermentación como son *Aspergillus* y el *Penicilium*, actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteroides y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y que previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.

RAMÍREZ (2006), menciona que las especies contenidas en el EM (bacterias fotosintéticas, ácido láctico, levaduras, actinomicetos, y hongos de fermentación), tiene su propia e importante función, sin embargo, podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pivote de la tecnología EM, pues soportan las actividades de los otros microorganismos.

## **2.4. Descripción de los componentes en estudio**

### **2.4.1. Cultivo de café variedad Borbón**

El cafeto borbón pertenece a la familia arábica y se caracteriza por su porte escaso de poco más de 2m de altura. Su aspecto con frecuencia es marcadamente cónico con follaje muy denso debido a que los entrenudos son cortos, dando un aspecto muy compacto a la planta. Las hojas de estos cafetos son algo menores que las del café típica, y presentan una forma más elíptica, de 3 a 10 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho. Las semillas son largas, de 7 a 9 cm, granos pequeños y de forma alargada (CASTAÑEDA, 1997).

Los expertos definen la taza de este café (borbón) como de cuerpo medio y bien balanceado. No resulta excesivamente aromático pero en cambio si presenta un retrogusto de largo recorrido. Su acidez puede considerarse a media, igual que su amargor. La presencia de notas frutales es también la justa, sin desequilibrio alguno, destacando además, una muy baja astringencia favorecida por el escaso contenido de cafeína de estos granos. Se estima que este porcentaje se mueve entre el 0,4 y el 0,8 % frente al 0,9 y 1,2% del resto de los cafés de la variedad arábica (VANIÉR, 2004).

### **2.4.2. Abono orgánico bocashi**

SHINTANI *et al.* (2000), manifiestan que el bocashi es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo

vivo, gracias a la energía química de la tierra. El bocashi es un abono hecho a base de desechos vegetales y excretos animales, y se puede mezclar con microorganismos benéficos lo cual mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos. Se puede preparar un tipo aeróbico u otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular.

Según MARTÍNEZ (2004), menciona que el bocashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono es usado en la producción de los cultivos, cuando la materia orgánica no se ha descompuesto del todo. Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo pero no hay que olvidar que suple nutrimentos al cultivo (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Características químicas del bocashi.

<b>Característica químicas</b>	<b>Cantidad %</b>
pH	6.5 a 7.5 %
Nitrógeno	0.8 a 1.5 %
Fósforo	0.8 a 1.2 %
Potasio	1.2 a 2.5 %
Calcio	1.0 a 2.5 %
Magnesio	0.5 a 1.2 %
Humedad	30.0 a 40.0 %

Fuente: Soto (2003) citado por MARTÍNEZ (2004).

Sin embargo, RODRÍGUEZ y PANIAGUA (1994) presentan un análisis nutricional del bocashi, diferente a lo reportado por MARTINEZ (2004) las cuales se puede ver en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Contenido nutricional del bocashi.

<b>Característica químicas</b>	<b>Cantidades%</b>
Nitrógeno	0.93 a 1.18%
Fósforo	0.44 a 0.70%
Potasio	0.47 a 0.51%
Calcio	2.05 a 2.58%
Magnesio	0.20 a 0.21%
Hierro	0.02 a 0.04 %
Zinc	0.61 a 2.05 %
Cobre	0.19 a 0.33 %
Boro	0.08 a 0.14 %

Fuente: RODRÍGUEZ Y PANIAGUA (1994), MARTINEZ (2004).

### **2.4.3. Elaboración del bocashi**

Según RESTREPO (2002), menciona que la elaboración del bocashi se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas y que producen un material parcialmente estable y de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra; los insumos son los siguientes:



#### **2.4.3.1. Insumos**

Según la FAO (2011), los insumos para la preparación básica de los abonos orgánicos fermentados tipo bocashi son (Ver Figura 1):

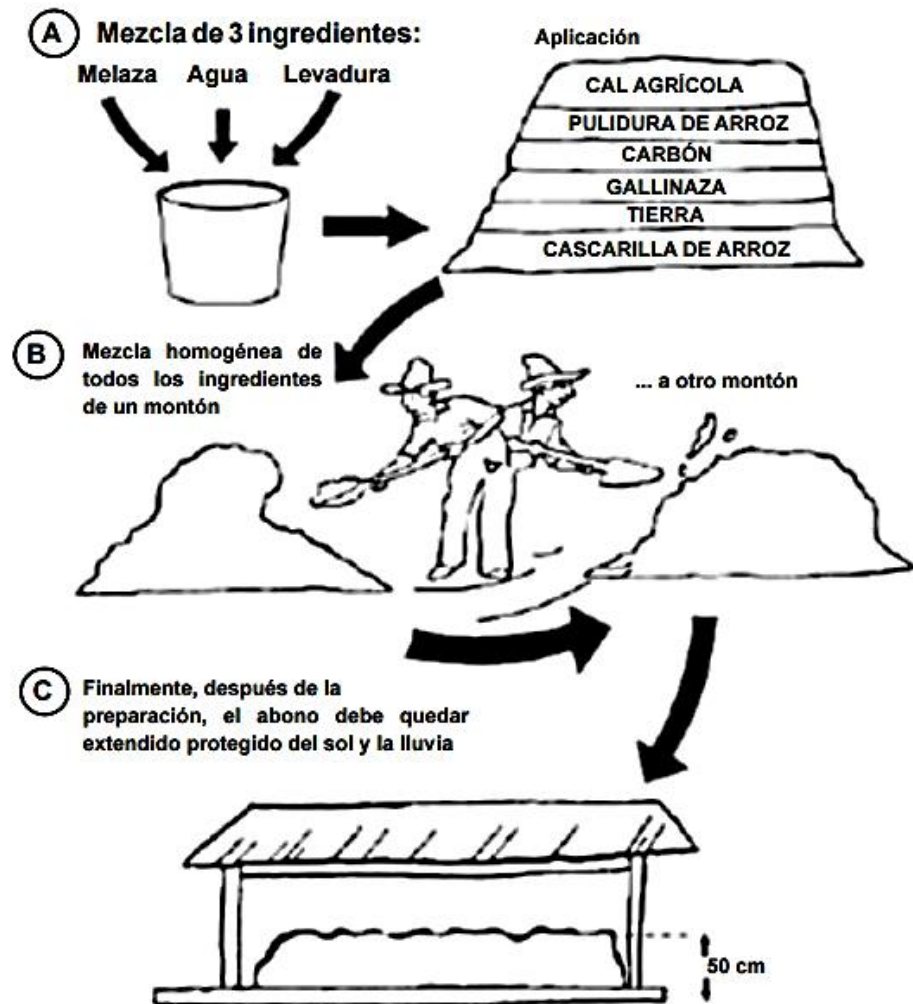
- Gallinaza de aves ponedoras u otros estiércoles.
- Carbón quebrado en partículas pequeñas (cisco de carbón).
- Pulidura o salvado de arroz.
- Cascarilla de arroz o café o pajas bien picadas o rastrojo.
- Cal dolomita o cal agrícola o ceniza de fogón.
- Melaza o miel de caña de azúcar o jugo de la misma.
- Levadura para pan, granulada o en barra.
- Tierra arcillosa bien cernida.

#### **2.4.3.2. Procedimiento**

Según ROJAS (2011), el procedimiento a ejecutar es el siguiente: realizar la limpieza del local para la producción del bocashi, eliminando todo material que perjudique la elaboración del bocashi, como son piedras, palos, etc. y la nivelación del terreno.

En el día 1 se realiza la medición de la temperatura, se traslada los biofermentos y los ME (estos ME estaban en latencia). Se hace la activación de los ME en un volumen de 180 litros de la siguiente manera: en un bidón se agrega una cantidad de agua, luego se le agrega 5 litros de leche y ½ kilo de levadura la cual es disuelta en agua tibia, 38 litros de ME, 9 litros de

melaza de caña. Se remueve y se enraza a 180 litros aproximadamente (ROJAS, 2011).



**Figura 1.** Pasos para la elaboración del bocashi.

Fuente: Elaboración y uso del bocashi, FAO (2011).

En los días 3, 4 y 5 se hace la mezcla de MEA con los biofermentos para aplicar al abono; la mezcla se prepara de la siguiente manera:  $\frac{1}{4}$  de galón de melaza, 1 galón de bionitrógeno, 1 galón de biofósforo,  $\frac{1}{2}$  galón bioboro, biozinc, magnesio, 1.5 galones de MEA y luego se llena con agua. Luego se procede a dar el primer volteado teniendo en cuenta la temperatura, en el momento del volteado se agrega los MEA + biofermentos asperjando en

forma uniforme a partir de un bidón con microorganismos eficientes activados; los MEA son trasladados por una manguera a partir del bidón con cierta velocidad que generaba una motobomba. El volteado se realiza con palas formando 3 pilas; en todo el volteado hay un consumo de 20 bidones que equivale a 3,600 litros, después del primer volteado se toma la temperatura en 3 partes de cada composta. Por otro lado, la temperatura es medida todos los días hasta el momento de la cosecha del abono; en el día 10 se realiza el segundo volteo; en el día 11 se inocula 2 bidones de MEA (360 litros); en el día 13 se realiza el tercer volteo. A partir de esta fecha se observa manchas blanquecinas, que pertenecen a estructuras de hongos (ROJAS, 2011).

Por lo tanto, en el día 15 se aplica 3 sacos de roca fosfórica, 1 saco a cada camellón y así sucesivamente en el día 17 se realiza el cuarto volteo; en el día 20 se realiza el quinto volteo y finalmente en el día 21 se cosecha del abono pasando a un proceso de enfriamiento; se cosecha la composta que logra tener un mayor grado de descomposición. Enfriado y ensacado. El enfriado se realiza en el día 13 en otro local por la falta de espacio; se esparce en forma uniforme con una altura aproximada de 30 centímetros. Luego se forma camellones pequeños para acelerar el enfriado dejando hasta el día siguiente y esto enfriado se ensaca para su respectiva comercialización (ROJAS, 2011).

#### **2.4.4. Factores considerados en la elaboración del bocashi**

DÍAZ (2004), menciona que se debe considerar los factores como:

#### **2.4.4.1. Temperatura**

Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas del haberse preparado, debe de presentar temperaturas superiores a 50 °C.

#### **2.4.4.2. Humedad**

Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación cuando está fabricando el abono. La falta como el exceso de la humedad es perjudicial para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso.

#### **2.4.4.3. La aireación**

Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso del exceso de la humedad los microporos presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y se obtiene un producto de mala calidad.

#### **2.4.4.4. pH (potencial de hidrógeno)**

Es necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbológica en la descomposición de los materiales.

#### **2.4.4.5. El tamaño de las partículas de los ingredientes**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbológica. Sin embargo, el exceso de las partículas muy pequeñas puede llevar a compactar, favoreciendo así el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado, cuando la mezcla tiene demasiado partículas pequeñas, se puede agregar el relleno de paja o carbón vegetal.

#### **2.4.4.6. Relación carbono-nitrógeno (C/N)**

La relación ideal de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

#### **2.4.5. Gallinaza**

Según YAGODIN *et al.*, (1986), menciona que la gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de las eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de

arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen.

Uno de los nutrientes más variables es la proteína cruda, la cual es afectada por la humedad que contenga, ya que las bacterias presentes en el material desdoblan el ácido úrico y lo convierten en amoníaco, el cual se evapora. Otro aspecto importante en la gallinaza es su alto contenido de calcio, que alcanza valores de 6% en promedio, también existen casos en que se observan valores de 10 al 12% (PEÑA *et al.*, 2002).

Según PEÑA *et al.*, (2002), menciona que con la aplicación de gallinaza se contribuye a mejorar los suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes, en los suelos fértiles la aplicación de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo. En los suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo, además tiene un contenido más alto de cal que otros abonos.

#### **2.4.6. Roca fosfórica**

Las rocas fosfóricas son la materia prima básica para la producción de los fertilizantes fosfatados. El compuesto fosfatado en las rocas fosfóricas es algún tipo de apatita. Según el origen del depósito de la roca fosfórica y su historia geológica, las apatitas pueden presentar propiedades físicas, químicas y cristalográficas diferentes. Con las rocas fosfóricas se hallan asociados grupos definidos de minerales accesorios de diversos orígenes y edades geológicas. Por lo tanto, es imperativo establecer procedimientos simples para la caracterización normalizada de las rocas fosfóricas, definir las normas de calidad para fines de la aplicación directa y luego clasificarlas. Las fuentes de roca fosfórica de calidad conocida pueden ser utilizadas como materiales de referencia para los fines de comparación (FAO, 2007).

##### **2.4.6.1. Solubilización de la roca fosfórica**

La roca fosfórica, es una fuente natural de fósforo, que posee un 30% de  $P_2O_5$ ; sin embargo, ha sido considerado siempre como un fertilizante de segundo orden, debido a su largo periodo de solubilización, por tanto utilizado en suelos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales. Hoy en día se sabe que los fertilizantes sintéticos producen daños en el ecosistema del suelo, trayendo como consecuencia graves desequilibrios y la pérdida de fertilidad biológica y física del mismo. Abonos sintéticos fosfatados ocasionan la muerte de microorganismos como bacterias, hongos y algas; a esto se suma el elevado costo de los fertilizantes sintéticos y solubilizarían la roca. El

fósforo, después del nitrógeno es el nutriente inorgánico más requerido por plantas y microorganismos, siendo además en el suelo el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en formas inorgánicas como orgánicas. Los fosfatos inorgánicos aplicados como fertilizantes químicos también son inmovilizados en el suelo y como consecuencia no son solubles para ser aprovechados por los cultivos (GÁLVEZ, 2009).

Por lo tanto, se considera que la solubilización de distintas rocas fosfatadas y de otras fuentes de fósforo inorgánico por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de fósforo disponible para las plantas. Para ello se realizó un experimento probando la solubilización de la roca fosfórica tratada con distintos periodos de incubación en solución de microorganismos eficaces, así logrando con esto tener mayor solubilización de la roca el de mayor tiempo, que es de 20 días, lo que nos indica que al hacer la mezcla con el bocashi existirá mayor solubilidad de la roca por contener microorganismos eficientes. Hace el fósforo más disponible para la planta y aumentará el rendimiento en los cultivos (GÁLVEZ, 2009).

#### **2.4.7. Guano de isla**

El guano de Islas, es un recurso renovable, de grandes cualidades fertilizadoras, de bajo precio y de fácil disponibilidad, debido a ello evitó por muchos años el ingreso de los fertilizantes sintéticos. Solo el tiempo y la falta del mismo habrían de revelar la enorme importancia que ha jugado y que jugará en



el futuro para el Perú tal como lo detalla Rodríguez (1986), citado por PROABONOS (2009), que mencionan que el guano de islas es la columna vertebral de nuestra agricultura, considerado el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero donde a raíz del cese de su exportación se le recuerda todavía como el “Guano del Perú”.

El guano de Islas además de poseer los elementos menores y mayores lleva un número diferente de bacterias nitrificadoras, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, bacterias antagonistas de patógenos del suelo y hongos benéficos que ayudan a la planta en la nutrición vegetal en forma total. El guano de Islas no malogran los suelos, como suelen afirmar los vendedores de fertilizantes químicos, al contrario, es un mejorador ideal de los suelos, mejora tierras salitrosas y una sola aplicación sirve para dos cosechas. La fracción orgánica del guano de Islas posee también utilidad industrial, también es la materia prima indispensable para la obtención de varios productos orgánicos de gran empleo en las industrias cosméticas y farmacéuticas: antibióticos para medicina, colorantes para cosmetología, etc. (PROABONOS, 2009).

## **2.5. Antecedentes en la aplicación de roca fosfórica y abonos orgánicos**

IGLESIAS (2002), menciona que la aplicación de la roca fosfórica y la gallinaza, incrementa el crecimiento y acumulación de la materia seca de las plantas de café de la variedad (catimor) hasta 8 meses de edad. La aplicación de 10, 20 y 30  $\text{tha}^{-1}$  de materia orgánica (gallinaza) no produjo incrementos significativos diferentes entre ellos, en altura de planta como en rendimiento de

materia seca, pero en general superaron al testigo. La aplicación de  $6 \text{ tha}^{-1}$  de roca fosfórica y  $10 \text{ tha}^{-1}$  de gallinaza al momento del trasplante del cultivo de café variedad (catimor) resultó más conveniente respecto a la aplicación de  $9 \text{ tha}^{-1}$  de roca fosfórica y  $30 \text{ tha}^{-1}$  de gallinaza, ya que no muestran diferencias estadísticas significativas.

En cuanto al efecto de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la roca fosfatada, se ha encontrado que mejora la agregación de partículas, la estructura del suelo y las condiciones de aireación y movimiento del agua. La roca fosfórica al disolverse aumenta los iones OH y disminuye los iones H en la solución del suelo, e influye en la disminución de la toxicidad del Al, Mn y Fe, regulación de la disponibilidad del P y aumenta la disponibilidad del Ca y Mg, contribuyendo a mejorar las condiciones de desarrollo de los microorganismos responsables de la mineralización de la materia orgánica, nitrificación y fijación de N. Sin embargo, el exceso puede ocasionar los siguientes efectos: Inmovilización o reducción de la disponibilidad de elementos nutritivos tales como Fe, Mg, Zn, Cu. Si se usa sólo roca fosfórica se reprime la absorción de Mg a causa del antagonismo Ca/Mg que afecta la relación Ca/K e induce deficiencias de K.

La pulpa es el primer y principal subproducto que se obtiene en el proceso de beneficiado, en la etapa de despulpado, formado por el exocarpio y parte del mesocarpio; representa en base húmeda el 41% en peso del fruto de café (PROMECAFE, 1992).

VALENCIA (1998), menciona que el aporte de nutrientes por cada 10 toneladas de material de pulpa de café descompuesta (seca) es de 238 - 50 - 353 - 125 - 61 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO y MgO respectivamente, y de la lombrinaza de pulpa de café es de 196 - 43 - 199 - 140 - 63 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO y MgO respectivamente.

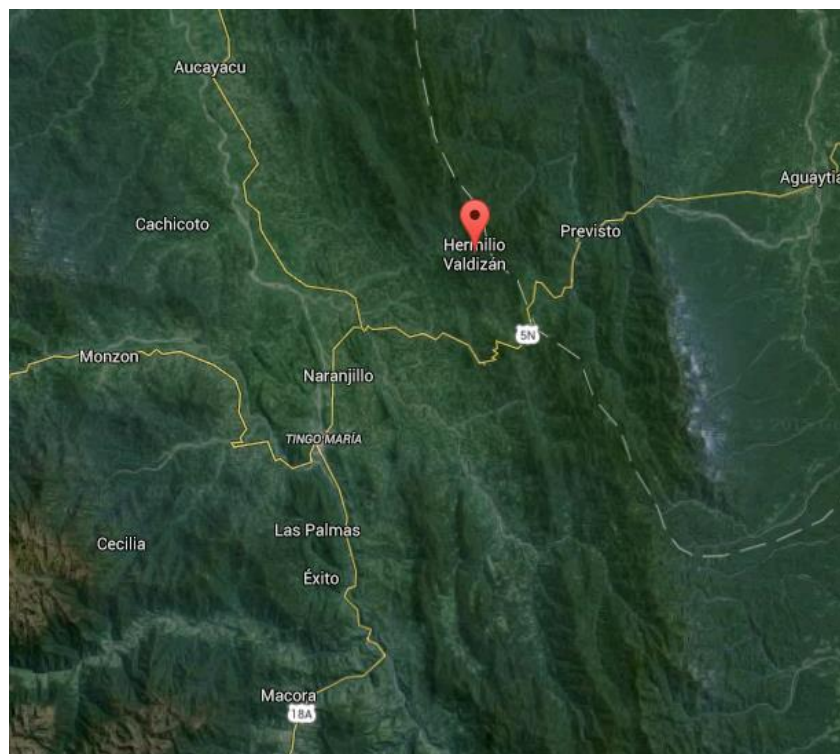
FIGUEROA *et al.*, (1996), manifiestan que por lo general se recomienda aplicar según la disponibilidad de abono orgánico de 1 a 6 kilogramos por planta distribuido en dos aplicaciones y que hay que tener presente que la producción de café no aumenta proporcionalmente con la cantidad de abono aplicado.

### III.MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Campo experimental

##### 3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado de Ugarteche, distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco. Las coordenadas del campo experimental está determinado con equipo GPS, navegador, cuyas unidades son las siguientes: N 8984504, E 0409370 y una altitud de 1,403 m.s.n.m.



**Figura 2.** Ubicación del distrito de Hermilio Valdizán  
Fuente: Google Maps (2013)

### 3.1.2. Condiciones climáticas

El Cuadro 5, muestra las condiciones meteorológicas durante la ejecución del experimento, donde se observa que la temperatura osciló entre 17.6 y 19.0 °C con un promedio de 18.3 °C, las precipitaciones oscilaron entre 43.4 y 399.4 mm, con un acumulado de 2056.6 mm, las cuales se consideran apropiadas para el cultivo del café.

**Cuadro 5.** Datos climáticos correspondientes al período experimental.

<b>Meses</b>	<b>Temperatura media (° C)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Enero	18.4	399.7
Febrero	17.6	242.2
Marzo	18.4	284.0
Abril	18.6	286.6
Mayo	18.5	136.7
Junio	18.3	129.0
Julio	17.6	272.6
Agosto	18.4	43.4
Setiembre	19.0	53.0
Octubre	18.6	209.4
Total	183.4	2056.6
Promedio	18.3	205.7

Fuente: SENAMHI - Divisoria (2012).

### 3.1.3. Historia del campo experimental

La plantación de café está conformada por la variedad “borbón”, con distanciamiento de 2.2 m entre hileras y 2.0 m entre hoyos, obteniendo 2131 hoyos/ha, con dos plantas por hoyo, con un total de 4262 plantas/ha, manejado

con sombra regulada. El campo experimental estaba sometido al siguiente cronograma de explotación agrícola.

**Cuadro 6.** Cronograma de explotación agrícola

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
Antes	Bosque descansado
Año 2008	Café en plantación
Año 2010	Plantación nueva con primera
Año 2012	producción
	Conducción de la tesis

#### **3.1.4. Características del suelo**

El cafetal se encuentra instalado en un suelo que presenta una textura Franco-limoso-arcilloso (suelo con buen drenaje), con (pH=5.04) fuertemente ácido, con nivel de fertilidad alta de materia orgánica y nitrógeno, con niveles medios en fertilidad de fósforo y potasio disponibles.

**Cuadro 7.** Análisis físico – químico del suelo experimental (Ugarteche – Hermilio Valdizán).

<b>Característica físicas-químicas</b>	<b>Valor</b>	<b>Método empleado</b>
<b>Análisis Físico</b>		
Arena (%)	18.96	Hidrómetro
Limo (%)	50.43	Hidrómetro
Arcilla (%)	30.61	Hidrómetro
<b>Análisis Químico</b>		
pH (1/1)	5.04	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	5.02	Walkley – Black
Nitrógeno total (%)	0.23	%M.O. x 0.045
Fósforo disponible (ppm P)	16.61	Olsen modificado
Potasio disponible (K <sub>2</sub> O en Kg/ha)	318.00	Ácido sulfúrico 6N
ClCe (meq./100 g suelo)	12.92	KCl 1 N
Ca (meq./100 g suelo)	10.75	Absorción atómica
Mg (meq./100 g suelo)	1.87	Absorción atómica
Al (meq./100 g suelo)	0.10	Yuan
H (meq./100 g suelo)	0.20	Yuan

Fuente: Laboratorio de Suelos, Universidad Nacional Agraria de la Selva (2012).

### 3.2. Componentes en estudio

- Café variedad “borbón” (plantación de 4 años de edad).
- Fuentes de abono:
  - Guano de islã (10 % N - 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 2% K<sub>2</sub>O).
  - Gallinaza (0.40% N - 0.31% P -1.33% K-0.90% Mg).
  - Bocashi (0.30% N -0.35% P -0.37% K -0.27% Mg).
  - Roca fosfórica (30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

### 3.3. Tratamientos en estudio

Para determinar el efecto de la aplicación de los abonos orgánicos y la roca fosfórica en el rendimiento y en la calidad del café, en el Cuadro 7, se presentan los diferentes tratamientos de abonos orgánicos y las aplicaciones de dosis (g/hoyo).

**Cuadro 8.** Descripción de los tratamientos en estudio.

N°	Clave	Tratamientos	
		Descripción	Dosis (g/hoyo)
1	T <sub>1</sub>	Guano de isla + Roca fosfórica	136 g (GI) + 196 g (RF)
2	T <sub>2</sub>	Gallinaza + Roca fosfórica	102 g (G) + 196 g (RF)
3	T <sub>3</sub>	Bocashi + Roca fosfórica	98 g (B) + 196 g (RF)
4	T <sub>4</sub>	Guano de isla	136 g (GI)
5	T <sub>5</sub>	Gallinaza	102 g (G)
6	T <sub>6</sub>	Bocashi	98 g (B)
7	T <sub>7</sub>	Roca fosfórica	196 g (RF)
8	T <sub>8</sub>	Testigo	Sin aplicación

(GL): Guano de isla. (RF): Roca fosfórica. (G): Gallinaza. (B): Bocashi.

### 3.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCBA), con ocho tratamientos (incluyendo al testigo), y cuatro repeticiones por tratamiento. Las características a evaluar en el experimento



fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA) y a la prueba de significación estadística de Duncan al nivel de  $\alpha = 0.05$ .

Los componentes de éste análisis estadístico se muestran en el cuadro siguiente:

**Cuadro 9.** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	3
Tratamientos	7
Error Experimental	21
Total	31

**Modelo aditivo lineal:**

PEDROZA (2006), menciona que para utilizar el modelo aditivo lineal en el diseño de bloques completamente al azar (BCA) se aplica la siguiente formula:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Es la respuesta obtenida en la u.e. correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó la i-ésima fuentes de abono y roca fosfórica.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo aplicación de fuentes de abono y roca fosfórica.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental de la u. e. correspondiente al j-ésimo bloque al cual se le aplicó la i-ésima fuentes de abono y roca fosfórica.

Para:

$i$  = 1,...8 fuentes de abono y roca fosfórica.

$j$  = 1,...4 bloques.

### 3.5. Descripción del experimento

#### 3.5.1. Dimensiones del campo experimental

Largo	28.00 m.
Ancho	39.60 m.
Área total	1,108.80 m <sup>2</sup> .

#### 3.5.2. Dimensiones del bloque

Largo	22.00 m.
Ancho	18.80 m.
Área total	413.60 m <sup>2</sup> .

#### 3.5.3. Parcelas

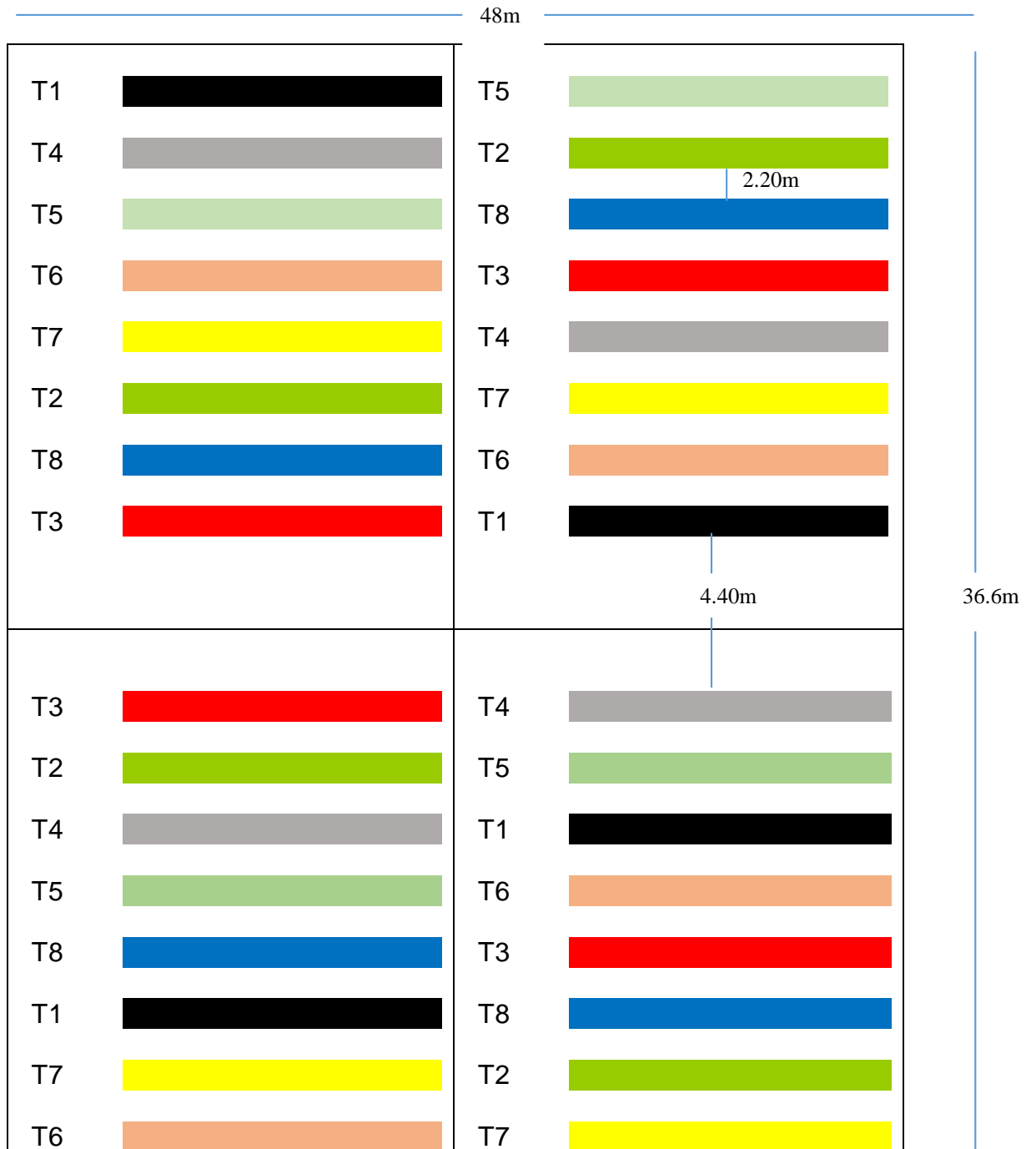
Número de parcelas por bloque	9
Número total de parcelas	36
Largo de cada parcela	22.00 m
Ancho de cada parcela	2.20 m
Área de cada parcela	48.40 m <sup>2</sup>

#### **3.5.4. Características de las hileras**

Número de hileras por bloque	9
Número de hileras por tratamiento	1
Distancia entre hileras	2.20 m
Distancia entre plantas	2.00 m

#### **3.5.5. Características de la unidad experimental**

Número de plantas totales	514
Nº de plantas a evaluar por parcela	64
Nº total de plantas a evaluar	256



**Figura 3.** Dimensiones del área en estudio

### 3.6. Ejecución del experimento

#### 3.6.1. Demarcación del área experimental

El experimento se realizó en una plantación de café con la variedad “borbón” de cuatro años de edad. Se seleccionó el área experimental, tratando

de que ésta sea representativa con plantas homogéneas libres de plagas y enfermedades; luego se identificaron las plantas de café por tratamiento.

### **3.6.2. Muestreo del suelo**

La toma de muestreo del suelo se efectuó al inicio del trabajo de investigación, en forma de zig-zag en toda el área experimental de la siguiente manera: se utilizó la herramienta palana para extraer la tierra de los puntos marcados a una profundidad de 30 centímetros; posteriormente se mezcló de manera uniforme toda la tierra en una sola muestra representativa de 1 kg; que fue derivada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

Al finalizar la cosecha de café, se realizó nuevamente un muestreo del suelo, extrayendo las muestras con la pala recta para cada tratamiento y separándolos por bloque, que al final se mezclaron las muestras para obtener una muestra representativa de 1 kg por cada tratamiento.

### **3.6.3. Muestreo del suelo para el análisis microbiológico**

Del muestreo general del suelo sobre el área experimental se separó 300 g de muestra de tierra para realizar el análisis microbiológico correspondiente y se derivó al laboratorio de microbiológico de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Una vez finalizada la cosecha, del muestreo general de suelos separados por tratamientos y por bloques, se tomó nuevamente 300 g de suelo

por cada tratamiento y luego se mezcló. Posteriormente se derivó al laboratorio microbiológico dónde se realizó el análisis correspondiente.

#### **3.6.4. Aplicación de las fuentes de abono**

La aplicación de los tratamientos se realizó en la etapa de llenado de grano en la temporada de las lluvias, en el mes de enero del 2012, después de haber realizado el primer muestreo de suelo; se realizó una sola aplicación para todos los tratamientos incluyendo el de la roca fosfórica.

#### **3.6.5. Control de malezas, plagas y enfermedades**

Para el control de las malezas, tales como *Centrosoma pubescens Benth.* y *Desmodium ovalifolium Guill. & Perr* en los cultivos de café. Se utilizó el método físico, lo cual consiste en el segamiento manual de las hierbas utilizando la herramienta machete para reducir su infestación a un determinado nivel.

Asimismo, para el control de plagas y enfermedades no se aplicó ningún producto porque el cafetal no presentaba ningún ataque de plagas ni enfermedades.

#### **3.6.6. Cosecha**

Se realizó la cosecha selectiva de los cerezos maduros evitando que junto con los cerezos cosechados vayan hojas, ramas, terrones y piedras; no permitiendo, así, que pasen de maduración sin ser recolectados, porque malograría la calidad en taza y el rendimiento físico del café, adquiriendo un olor

y sabor desagradable. Asimismo, estos granos fueron colocados en sacos de polipropileno en el mes de mayo de 2012, luego se realizó el beneficio húmedo por lo que este proceso es muy importante y complejo, que tiene por finalidad conservar y mantener la calidad de nuestro producto; de la primera cosecha a la segunda cosecha transcurrieron dos semanas alcanzando así a realizarse tres cosechas y finalizando con la raspa.

### **3.7. Características evaluadas**

#### **3.7.1. Aplicación del abono orgánico y roca fosfórica en la biología del suelo**

Se aplicó fuentes orgánicas y roca fosfórica como tratamientos para la evaluación de la microbiología del suelo, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

#### **3.7.2. Aplicación del abono orgánico y roca fosfórica en las características químicas y físicas del suelo**

De la misma manera al aplicar las fuentes orgánicas se evaluó las características químicas, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

#### **3.7.3. Calidad en taza del café pergamino seco**

Se tomó una muestra del café pergamino por cada tratamiento, la cual se procedió a llevar a una junta de catadores, los que evaluaron la calidad

de taza de cada muestra. El proceso de catación es la que regularmente se sigue, por la Specialty Coffee Association of América (SCAA).

**Cuadro 10.** Clasificación de acuerdo al puntaje de calificación sensorial, según la Specialty Coffee Association of América (SCAA).

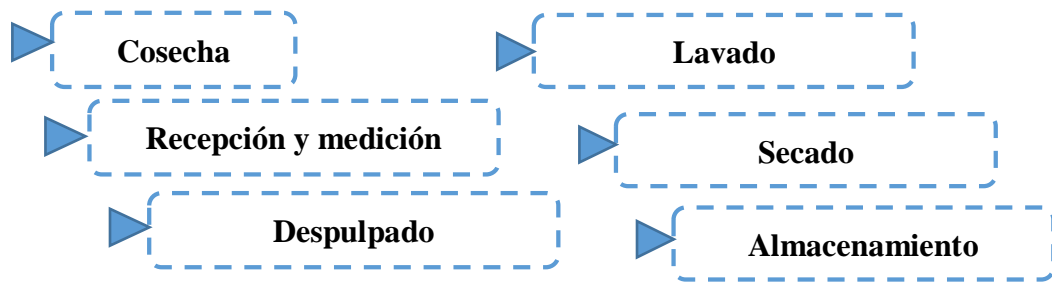
<b>Puntaje Total</b>	<b>Descripción de la Especialidad</b>	<b>Clasificación</b>
95-100	Ejemplar o único	Especialidad Súper Premio
90-94	Extraordinario	Premio a la Especialidad
85-89	Excelente	“Especialidad”
80-84	Muy Bueno	“Premio”
75-79	Bueno	Calidad Usual Buena
70-74	Pasable	Calidad Media
60-70		Grado de Cambio
50-60		Comercial
40-50		Abajo del grado
<40		Fuera de grado

Fuente: Specialty Coffee Association of América (SCAA) (2013)

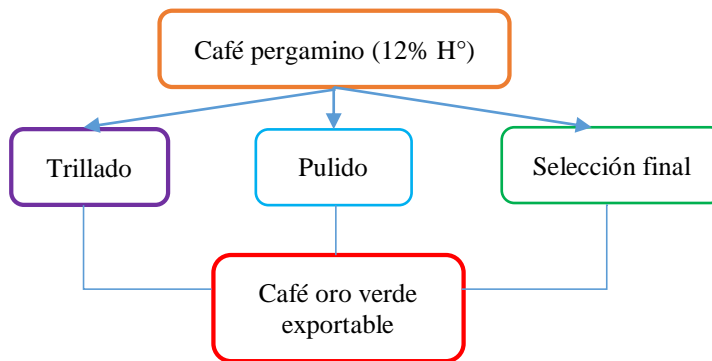
#### **3.7.4. Peso de 100 granos de café pergamino seco**

Al final de cada cosecha luego de haber pasado por el proceso de beneficio húmedo (Ver Figura 4) y teniendo en cuenta el café pergamino seco con 12 % de humedad (Ver Figura 5).





**Figura 4.** Flujo del proceso de beneficio húmedo.  
Fuente: Control de calidad del café Manual Técnico. MARÍN (2013)



**Figura 5.** Fases antes de la exportación del café verde.  
Fuente: Control de calidad del café Manual Técnico. MARÍN (2013)

Se realizó la extracción al azar de 100 granos de café pergamino seco de cada tratamiento; luego se determinó el peso en una balanza gravimétrica.

### 3.7.5. Rendimiento de café pergamino seco

Para esta evaluación se cosechó 8 plantas de cada tratamiento durante las tres cosechas, la primera, segunda, plena y raspa, cuyas producciones fueron registradas, luego de pasar por el beneficio húmedo y seco; conforme los granos de café fueron madurando. Al final de la cosecha ya pasado el beneficio húmedo se sumaron todas las cantidades que correspondían a cada tratamiento para tener un total de la producción de café pergamino seco en kg/tratamiento; posteriormente para los respectivos análisis estos resultados

fueron pesados con una balanza gramera en gabinete del café pergamino seco en kg/tratamiento y en kg/planta, pesando cada tratamiento proveniente de cada bloque.

### **3.7.6. Estimación del rendimiento de la próxima campaña de acuerdo al número de frutos por planta**

Para la estimación del rendimiento de la próxima campaña se tomaron ocho plantas de café con granos por tratamiento. Cada planta se dividió en tres estratos de manera subjetiva: alta, media y baja. Por cada parte se tomaron dos ramas llegando a obtener seis ramas de cada planta, luego se procedió a contar el total de los frutos de cada rama, para promedias el número total de frutos por planta y así obtener el número total de frutos por tratamiento.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Efecto de la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en las características del suelo**

#### **4.1.1. Efecto en las características químicas y físicas del suelo**

En el Cuadro 11, muestra el pH inicial de la parcela experimental cuyo valor fue de 5.04 considerado como fuertemente ácido. Luego de aplicar las fuentes orgánicas y roca fosfórica (tratamientos), el pH del suelo osciló entre 5.29 a 5.79, considerado como moderadamente ácido, este aumento del pH es posiblemente debido a las fuentes orgánicas y la roca fosfórica, en el caso de la roca fosfórica contiene carbonato de calcio que al solubilizarse incrementa el pH (MOLINA, 1998). Respecto a la concentración de materia orgánica y nitrógeno, inicialmente fue de 5.02 % y 0.23 % respectivamente. Luego de la aplicación de las fuentes orgánicas, los niveles de materia orgánica, y nitrógeno disminuyeron en todos los tratamientos tal como se muestra en el Cuadro 10; esta reducción es posiblemente por la rápida mineralización de la materia orgánica realizada por los microorganismos existentes tanto de los tratamientos como del suelo.

**Cuadro 11.** Características físicas y químicas de las muestras de suelo de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Textura	pH (1:1)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Cmol(+)/kg				
							Ca	Mg	K	Na	Al
T <sub>1</sub>	Franco	5.36	3.20	0.14	19.49	330.20	11.36	0.00	0.00	0.00	0.00
T <sub>2</sub>	Franco	5.66	3.84	0.17	16.91	281.44	14.07	1.98	0.44	0.05	0.00
T <sub>3</sub>	Franco	5.58	3.81	0.17	14.69	373.14	15.92	2.73	0.45	0.04	0.00
T <sub>4</sub>	Franco	5.53	3.84	0.17	37.06	410.24	13.72	2.00	0.44	0.02	0.00
T <sub>5</sub>	Franco arcilloso	5.29	4.16	0.19	20.08	302.64	17.65	2.78	0.00	0.00	0.17
T <sub>6</sub>	Franco	5.65	3.52	0.16	13.29	288.86	17.43	2.32	0.65	0.04	0.00
T <sub>7</sub>	Franco	5.64	3.84	0.17	18.38	260.77	18.43	2.95	0.52	0.02	0.00
T <sub>8</sub>	Franco	5.79	3.20	0.14	1.48	260.24	14.76	1.82	0.45	0.02	0.00
Análisis inicial	Franco arcilloso Limoso	5.04	5.02	0.23	16.61	318.01	10.75	1.87	0.00	0.00	0.10

Fuente: Laboratorio de Suelos, Universidad Nacional Agraria de la Selva (2012).

Leyenda:

- T<sub>1</sub>: Guano de isla + Roca fosfórica.
- T<sub>2</sub>: Gallinaza + Roca fosfórica.
- T<sub>3</sub>: Bocashi + Roca fosfórica.
- T<sub>4</sub>: Guano de isla.
- T<sub>5</sub>: Gallinaza.
- T<sub>6</sub>: Bocashi.
- T<sub>7</sub>: Roca fosfórica.

T<sub>8</sub>: Testigo.

Con respecto a la concentración del fósforo, en el análisis inicial de la parcela experimental, mostró un contenido de 16.61 ppm; los cuales al aplicarse los tratamientos, estos se modifican de la manera siguiente:

Se observa un incremento en los tratamientos T<sub>1</sub> (Guano de isla + roca fosfórica), T<sub>2</sub> (Gallinaza + roca fosfórica), T<sub>4</sub> (Guano de isla), T<sub>5</sub> (Gallinaza) y T<sub>7</sub> (Roca fosfórica) obedeciendo la adición de fósforo que contiene cada uno de los componentes en estudio. Sin embargo, en los tratamientos T<sub>3</sub> (Bocashi + roca fosfórica) y T<sub>6</sub> (Bocashi) cuyo componente es el bocashi. La reducción del contenido de fósforo estaría obedeciendo al efecto de los microorganismos que contiene el bocashi, las cuales ayudan a la solubilización del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; siendo disponibles tanto para el consumo de los microorganismos (ácido lácticas) y de la planta (RAMÍREZ, 2006).

De manera general existe un ligero incremento en el contenido de K<sub>2</sub>O del suelo, luego de la aplicación de las fuentes de materia orgánica sea esta sola o acompañada del fósforo. Y una disminución del contenido de K<sub>2</sub>O en los tratamientos que solo aplicó bocashi y roca fosfórica. Es supuestamente al contenido de K en cada una de los componentes en estudio tal como se muestra en el Cuadro 23 (Análisis de Bocashi y Gallinaza)

#### **4.1.2. Efecto en la biología del suelo**

El Cuadro 12, muestra el número de microorganismos aeróbicos viables, donde el tratamiento T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica) mostró un aumento

considerable de estos microorganismos en ( $380 \times 10^3$  M.O./g), seguido por el tratamiento T<sub>6</sub> (Bocashi) comparándolo con el resultado inicial donde solo se encontró  $1 \times 10^3$  M.O./g y con el resto de tratamientos. Este mismo cuadro nos muestra que el T<sub>6</sub> (Bocashi) tiene la mayor cantidad de actinomicetos con  $720 \times 10^3$  M.O./g, y de moho y levadura con  $270 \times 10^3$  M.O./g, superando al resto de tratamientos. Estos resultados son como consecuencia del efecto de la aplicación del bocashi, ya que estos abonos contienen una gran cantidad de microorganismos, y que al aplicar al suelo dónde existía una alta concentración de materia orgánica (%), los microorganismos continuaron con su trabajo en la descomposición de la materia orgánica por fermentación de humus.

**Cuadro 12.** Número de microorganismos encontrados en los tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Microorganismos aeróbicos viables (# individuos/g)</b>	<b>Actinomicetos (# individuos/g)</b>	<b>Moho y levadura (# individuos/g)</b>
T <sub>1</sub> (GI + RF)	$1 \times 10^3$	$84 \times 10^3$	$22 \times 10^3$
T <sub>2</sub> (G + RF)	$2 \times 10^3$	$74 \times 10^3$	$22 \times 10^3$
T <sub>3</sub> (B + RF)	$380 \times 10^3$	$392 \times 10^3$	$103 \times 10^3$
T <sub>4</sub> (GI)	$5 \times 10^3$	$88 \times 10^3$	$42 \times 10^3$
T <sub>5</sub> (G)	$7 \times 10^3$	$162 \times 10^3$	$84 \times 10^3$
T <sub>6</sub> (B)	$238 \times 10^3$	$720 \times 10^3$	$270 \times 10^3$
T <sub>7</sub> (RF)	$21 \times 10^3$	$207 \times 10^3$	$18 \times 10^3$
T <sub>8</sub> (Testigo)	$1 \times 10^3$	$97 \times 10^3$	$22 \times 10^3$
Análisis inicial	$1 \times 10^3$	$256 \times 10^3$	$36 \times 10^3$

Fuente: Laboratorio de Microbiología, Universidad Nacional Agraria de la Selva (2012).

GI: Guano de isla  
RF: Roca fosfórica.

G: Gallinaza.  
B: Bocashi

En el caso del bocashi el objetivo principal es de activar y aumentar la población de microorganismos benéficos en el suelo, también se persigue nutrir y suplementar alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo (SHINTANI *et al.*, 2000).

El bocashi se prepara a partir de microorganismos del bosque, pasan por un cultivo microbiano, para convertirse en microorganismos eficaces (EM), que son bacterias ácido láctico, son fotosintéticos, levaduras y actinomicetos, las que aplicadas al suelo producen vitaminas, ácidos orgánicos, quelatados y antioxidantes (RESTREPO, 2007).

Los microorganismos eficaces suprimen a los microorganismos nocivos, y mejoran la descomposición de la materia orgánica (bacterias del ácido láctico); que promueve la fermentación y rotura de la lignina y celulosa (*Lactobacillus*), que permite una descomposición rápida de los materiales vegetales, además de prevenir enfermedades como el hongo *Fusarium sp.* (FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA, 2009).

Estos microorganismos eficientes al llegar al suelo mediante el bocashi, continúan con su proceso de multiplicación, haciendo uso de los componentes químicos del bocashi y de la materia orgánica que se encuentre en el suelo. (RAMÍREZ, 2006).

Al contrastar los resultados entre el bocashi y la gallinaza vemos una diferencia bien marcada en relación a la cantidad de microorganismos (Cuadro

12) debido posiblemente a que este último es un abono orgánico de compuesto de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, en su conjunto contiene todos los nutrientes necesarios para las plantas (SHINTANI *et al.*, 2000).

Además, las bacterias propias del estiércol de las aves desdoblan el ácido úrico y lo convierten en amoníaco según (PEÑA E. *et al.*, 2002). Sin embargo, los resultados de los tratamientos donde se utilizó la gallinaza como fuente orgánica no mostraron incremento considerable de microorganismos aeróbicos viables de 2 y 7 x 10<sup>3</sup> M.O./g comparándolo con el 1 x 10<sup>3</sup> M.O./g encontrado en el análisis inicial del mismo lugar donde se aplicó este abono. En el caso de los actinomicetos, la gallinaza, mostró una disminución de 74 y 162 x 10<sup>3</sup> M.O./g (SHINTANI *et al.*, 2000).

Por otro lado, cuando se aplica bocashi a la cantidad de microorganismos aeróbicos viables, actinomicetos, mohos y levaduras fue grandemente superada en relación al testigo y a los otros tratamientos, sobre todo a los que contienen Guano de isla y la gallinaza demostrando que su efecto de la aplicación del bocashi no solo obedece a la cantidad de nutrientes que pueden aportar al suelo sino también a la cantidad de microorganismos que se adiciona, y esta a su vez contribuirá en la transformación de la materia orgánica presente en el suelo, mejorando la estructura del suelo, entre otras (RODRÍGUEZ *et al.*, 2010).



RODRÍGUEZ *et al*, (2010), mencionan en su estudio realizado que al aislar 39 microorganismos (hongos y bacterias) indicaron que este abono también posee gran diversidad de microorganismos, sin embargo, estos no incrementan su cantidad en el suelo, posiblemente por un cambio de hábitat, falta de alimento, o algún factor que impida que aumente la población de los microorganismos.

## 4.2. Efecto en el rendimiento del cultivo de café

### 4.2.1. Peso de 100 granos de café pergamino seco

El Cuadro 13, muestra el análisis de variancia para el peso de 100 granos de café pergamino, dónde para la fuente de variación bloques no se encontró significancia, y si existe significancia entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 2.07% lo que nos indica que existe excelente homogeneidad en las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

**Cuadro 13.** Análisis de variancia para el peso de 100 granos de café.

Fuente de variación	GL	SC	CM
Bloques	3	0.8016	0.2672
Tratamientos	7	52.684	0.7526
Error experimental	21	46.922	0.2234
Total	31	107.622	
C.V. (%)	2.07 %		

NS: No existe significancia.

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

El Cuadro 14, muestra la prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la variable peso de 100 granos de café pergamino seco el tratamiento T<sub>2</sub> (Gallinaza + Roca fosfórica) es estadísticamente superior en peso al tratamiento T<sub>8</sub> (Testigo). También se muestra que no existe diferencia significativa entre los demás tratamientos, sólo diferencia aritmética.

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el peso de 100 granos de café pergamino.

Clave	Tratamiento	Peso (g)	Significancia	
T <sub>2</sub>	Gallinaza + Roca fosfórica	23.225	a	
T <sub>6</sub>	Bocashi	23.210	a	b
T <sub>4</sub>	Guano de isla	23.203	a	b
T <sub>7</sub>	Roca fosfórica	23.130	a	b
T <sub>3</sub>	Bocashi + Roca fosfórica	22.775	a	b
T <sub>5</sub>	Gallinaza	22.510	a	b
T <sub>1</sub>	Guano de isla + Roca fosfórica	22.463	a	b
T <sub>8</sub>	Testigo	22.090	b	

Letras unidas con la misma letra no existe significancia.

El tratamiento T<sub>2</sub> (Gallinaza + Roca fosfórica), obtuvo mayor peso en 100 granos de café pergamino seco (23.22 g) es posible a la cantidad de los nutrientes que tienen estos compuestos, STOLLER (2007), menciona cuánto más nutrientes tenga la planta de café, mayor será el desarrollo de los frutillos (llegando de granos) y como consecuencia mayor será la calidad física de la cosecha; además estos resultados concuerda con Weaver *et al.*, (1996), citado

por JULCA *et al.*, (2003), reportan que uno de los efectos de los nutrientes es el incremento del desarrollo y crecimiento de los frutos, que es resultados de la división o expansión celular o ambos casos a la vez. Lo que llevan a que estos frutos tengan un mayor peso. Por lo tanto, la aplicación de gallinaza (rica en nitrógeno), y roca fosfórica (rica en fósforo) proporcionan al café los nutrientes necesarios para un desarrollo adecuado. En el caso del bocashi (tratamiento T<sub>6</sub>) ocupó el segundo lugar en peso (g) de 100 granos de café pergamino seco, sin embargo, estadísticamente es similar al tratamiento con mayor peso (T<sub>2</sub>), si bien no tiene la misma cantidad de nutrientes, la ventaja adicional de este abono es la presencia de microorganismos llamados eficientes, los que permiten hacer más disponibles los nutrientes y hacer más efectiva la absorción de estos por las plantas, por la cual se ve que tiene una respuesta muy rápida.

SACCACO (2009), menciona en su trabajo de investigación “Influencia de bioestimulantes en la inducción floral y el rendimiento del cafeto (*Coffea arabica L.*) variedad Caturra Rojo en Villa Rica”, que los bioestimulantes y fertilizantes foliares en café variedad “caturra”, al realizar el peso de 100 granos de café pergamino seco, obtuvo valores que fluctúan de 19.09 a 20.76 g, comparándolo con los peso de 22.09 g (mínimo) y 23.22 g (máximo), se puede sustentar que el uso de abonos orgánicos superaron a los fertilizantes foliares y bioestimulantes, sin embargo, son variedades diferentes para constatar que efectivamente un abono orgánico, puede dar mayor peso en granos de pergamino seco.

#### 4.2.2. Rendimiento de café pergamino seco

El Cuadro 15, muestra el análisis de variancia ( $\alpha = 0.05$ ), para la variable rendimiento de café pergamino seco, donde se muestra que no existen diferencias estadísticas, entre los bloques y los tratamientos. El coeficiente de variabilidad es de 25.55 % indica una regular homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

**Cuadro 15.** Análisis de variancia para el rendimiento del café pergamino.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Significancia</b>
Bloques	3	0.3522	0.1174	NS
Tratamientos	7	12.666	0.1809	NS
Error experimental	21	80.802	0.3848	
Total	31	96.991		
C.V. (%)	25.55 %			

NS: No existe significancia.

El Cuadro 16, muestra la prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha=0.05$ ), donde el tratamiento T<sub>4</sub> (Guano de isla) con 5.396 kg/parcela aritméticamente es superior en rendimiento, en comparación a los demás, el T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica) obtuvo 5.116 kg/parcela, y el tratamiento T<sub>1</sub> (Guano de isla + Roca fosfórica) obtuvo 5.046 kg/parcela. Los tratamientos con menor rendimiento fueron el T<sub>5</sub> (Gallinaza) con 3.996 kg/parcela y T<sub>7</sub> (Roca fosfórica) con 4.616 kg/parcela.

**Cuadro 16.** Análisis de rentabilidad de café pergamino por parcela de cada tratamiento y proyectada a una hectárea.

Rendimiento (Kg/par.)*			Rendimiento (t/ha)**			Rendimiento (qq/ha)		
Clave	Promedio	Sig.	Clave	Promedio	Sig.	Clave	Promedio	Sig.
T <sub>4</sub>	5.396	a	T <sub>4</sub>	1.44	a	T <sub>4</sub>	26.13	a
T <sub>3</sub>	5.116	a	T <sub>3</sub>	1.36	a	T <sub>3</sub>	24.77	a
T <sub>1</sub>	5.046	a	T <sub>1</sub>	1.34	a	T <sub>1</sub>	24.43	a
T <sub>2</sub>	5.006	a	T <sub>2</sub>	1.33	a	T <sub>2</sub>	24.24	a
T <sub>6</sub>	5.000	a	T <sub>6</sub>	1.33	a	T <sub>6</sub>	24.22	a
T <sub>8</sub>	4.680	a	T <sub>8</sub>	1.25	a	T <sub>8</sub>	22.67	a
T <sub>7</sub>	4.616	a	T <sub>7</sub>	1.23	a	T <sub>7</sub>	22.35	a
T <sub>5</sub>	3.996	a	T <sub>5</sub>	1.06	a	T <sub>5</sub>	19.35	a

Letras unidas por las misma letra, no existe diferencias estadísticas.

(\* 16 cafetos. \*\* En 4,262 cafetos).

Leyenda:

T<sub>1</sub>: Guano de isla + Roca fosfórica.

T<sub>2</sub>: Gallinaza + Roca fosfórica.

T<sub>3</sub>: Bocashi + Roca fosfórica.

T<sub>4</sub>: Guano de isla.

T<sub>5</sub>: Gallinaza.

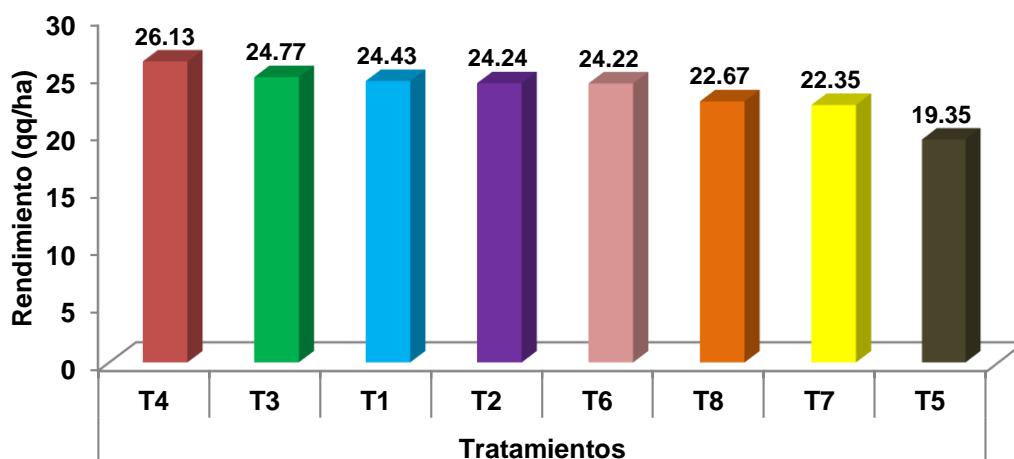
T<sub>6</sub>: Bocashi.

T<sub>7</sub>: Roca fosfórica.

T<sub>8</sub>: Testigo.

La Figura 6, muestra la proyección del rendimiento para una hectárea por cada tratamiento, donde el tratamiento T<sub>4</sub> (Guano de isla) alcanzó 26.13 qq (1.44 t/ha) obteniendo un mayor rendimiento en comparación a todos los otros tratamientos. El tratamiento con el rendimiento más bajo es el T<sub>5</sub> (Gallinaza) con 19.35 qq (1.06 t/ha); el T<sub>8</sub> (Testigo) alcanzó 22.67 qq (1.25 t/ha) a pesar de que no se aplicó ningún tipo de abono orgánico. De Lavalley (1916),

citado por PROABONOS (2009), menciona que el guano islas, es la acumulación de las deyecciones (estiércoles) de las aves marinas cuyo principal alimento es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel y sardina, también es enriquecido por los cadáveres de miles de aves que mueren en forma natural, accidentes o enfermedades epidémicas (epizootias), como también de huevos y plumas de ellas, que van a enriquecer al guano, además fue enriquecida con fertilizantes químicos, lo que explica aritméticamente, porque es superior a los demás tratamientos.



**Figura 6.** Rendimiento y tratamientos en el café pergamino

Leyenda:

T<sub>1</sub>: Guano de isla + Roca fosfórica.

T<sub>2</sub>: Gallinaza + Roca fosfórica.

T<sub>3</sub>: Bocashi + Roca fosfórica.

T<sub>4</sub>: Guano de isla.

T<sub>5</sub>: Gallinaza.

T<sub>6</sub>: Bocashi.

T<sub>7</sub>: Roca fosfórica.

T<sub>8</sub>: Testigo.

PROABONOS (2009), menciona que el guano de isla ayuda a mejorar el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos como el café; a diferencia del guano de isla. Además, el bocashi es un abono con menor macronutrientes como: el nitrógeno, el fósforo, y el potasio (0.30, 0.35 y 0.37 respectivamente según el análisis realizado (Cuadro 23, Anexo A, Apéndice 1),

lo que supuestamente no permitió tener rendimientos superiores a las obtenidas con guano de isla, gallinaza y roca fosfórica.

RESTREPO (2002), menciona que el crecimiento de las plantas, con abonos fermentados como el bocashi, es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de estos abonos, además, activan una serie de rizobacterias promotoras del crecimiento en las plantas, de bioprotección, y otros beneficios, pero no son abonos que permitan elevar en corto plazo el rendimiento de los cultivos. Si comparamos los rendimientos obtenidos en el presente trabajo con los rendimientos promedios del país, que es de 690 kg/ha (13 qq/ha). MINAG (2005), citado por ROSADO (2005), mencionan que todos los tratamientos superan este promedio. Para el rendimiento promedio, de los productores orgánicos que es de 522 kg/ha (10 qq/ha) según JNC (2005); citado por ROSADO (2005); se observa que todos los tratamientos en esta investigación, también superan grandemente este promedio. Sin embargo, si la comparación se realiza con lo obtenido en Colombia, que es de 100 qq/ha CADENA (1995), citado por ROSADO (2005), todos los rendimientos de los tratamientos evaluados fueron enormemente inferiores a los de Colombia. Esta diferencia se debe según ROSADO (2005) a que los niveles de productividad del cafetal, son el resultado de un conjunto de factores interrelacionados y dependen de las condiciones climáticas, variedad sembrada, edad del cultivo, la densidad de siembra, y del manejo agronómico que se da a los cultivos de café.

#### 4.2.3. Número de frutos por planta en la estimación del rendimiento de la próxima campaña

En el Cuadro 17, muestra el análisis de variancia ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable número de frutos/planta, donde existe significancia estadística entre los bloques y los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 12.61 % lo que nos indica muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

**Cuadro 17.** Análisis de variancia para el número de frutos por planta para la estimación del rendimiento de la próxima campaña.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Significancia
Bloques	3	5107410.25	17024700.833	S
Tratamientos	7	328688.00	469554.286	S
Error experimental	21	141937.75	67589.405	
Total	31	5578036.00		
C.V. (%)		12.61 %		

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

En el Cuadro 18, muestra la prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la variable número de frutos/planta de café para estimar el rendimiento de la próxima campaña; donde el T<sub>6</sub> (Bocashi), estadísticamente



es superior al tratamiento T<sub>2</sub> (Gallinaza + Roca fosfórica), al T<sub>7</sub> (Roca fosfórica), al T<sub>8</sub> (Testigo), y al T<sub>5</sub> (Gallinaza); los tratamientos T<sub>6</sub>, el T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica), T<sub>1</sub> (Guano de isla + Roca fosfórica), el T<sub>4</sub> (Guano de isla), mostraron ser estadísticamente iguales. La gallinaza a pesar de que tiene mayores nutrientes no ejerce mayor influencia en la producción de la próxima campaña, (Cuadro 17) muestra al T<sub>5</sub>, con el valor más bajo con 461.0 frutos/planta, es posible que se deba al abono orgánico de gallinaza, es un abono de rápida absorción, y que ya fueron absorbidos por la planta o en su defecto se perdiera por otras vías.

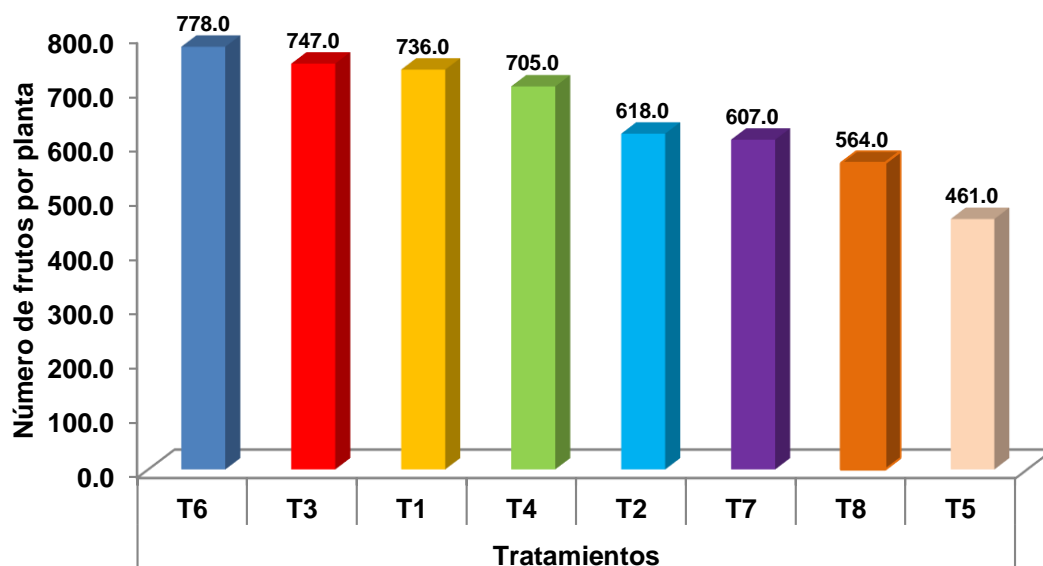
**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el número de frutos por planta para la estimación del rendimiento de la próxima campaña.

Clave	Tratamiento	Promedio del número de frutos	Significancia
T <sub>6</sub>	Bocashi	778.0	a
T <sub>3</sub>	Bocashi + Roca fosfórica	747.0	a b
T <sub>1</sub>	Guano de isla + Roca fosfórica	736.0	a b c
T <sub>4</sub>	Guano de isla	705.0	a b c d
T <sub>2</sub>	Gallinaza + Roca fosfórica	618.0	b c d
T <sub>7</sub>	Roca fosfórica	607.0	b c d
T <sub>8</sub>	Testigo	564.0	c d
T <sub>5</sub>	Gallinaza	461.0	d

Letras unidas con la misma letra no existe significancia.

La estimación para la producción de la próxima campaña (Figura 7) en la parcela donde se aplicó el bocashi (T<sub>6</sub>) se obtuvo el valor más alto con un

número de 778.0 frutos/planta, mientras que en la parcela donde se aplicó gallinaza se obtuvo un valor inferior con un número de 461.0 frutos/planta. Estos resultados nos muestra que el bocashi es la que permanece mayor tiempo en el suelo, y cuyo consumo por la planta es más lento, de modo tal que influye así en la producción de la próxima campaña, también se ve que es la gallinaza la que se transformó con mayor rapidez, liberando sus nutrientes y que no se constituyen en una reserva de nutrientes para la próxima campaña, dando como resultado que no influya significativamente en la producción para la próxima campaña con respecto a la cosecha de café.



**Figura 7.** Frutos por planta en la estimación de la próxima campaña.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: Guano de isla + Roca fosfórica.

T<sub>2</sub>: Gallinaza + Roca fosfórica.

T<sub>3</sub>: Bocashi + Roca fosfórica.

T<sub>4</sub>: Guano de isla.

T<sub>5</sub>: Gallinaza.

T<sub>6</sub>: Bocashi.

T<sub>7</sub>: Roca fosfórica.

T<sub>8</sub>: Testigo.

### **4.3. Calidad en taza del café**

El Cuadro 19, muestra los resultados de la catación de todos los tratamientos. De manera general hay una ligera variación de los indicadores de calidad en taza por efecto de los tratamientos en estudio. De manera global el T<sub>2</sub> (Guano de isla + Roca fosfórica) obtuvo el mayor puntaje con 83.625, seguido del tratamiento T<sub>6</sub> (Bocashi) con 83.5625, y del tratamiento T<sub>1</sub> (Guano de isla + Roca fosfórica) con 83.5; el T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica) con 83.3125 es el que tiene la menor calidad de taza.

**Cuadro 19.** Principales característica organolépticas de los tratamientos.

Clave	Aroma	Sabor	Posgusto	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Balance	Taza limpia	Dulzura	Global	Total
T <sub>1</sub>	7.75	7.75	7.50	7.75	7.56	10.0	7.69	10.0	10.0	7.50	83.50
T <sub>2</sub>	7.88	7.75	7.50	7.75	7.75	10.0	7.69	10.0	10.0	7.50	83.63
T <sub>3</sub>	7.75	7.75	7.44	7.75	7.62	10.2	7.50	10.0	10.0	7.50	83.31
T <sub>4</sub>	7.75	7.75	7.56	7.69	7.68	10.0	7.50	10.0	10.0	7.50	83.44
T <sub>5</sub>	7.75	7.75	7.50	7.75	7.69	10.0	7.50	10.0	10.0	7.50	83.44
T <sub>6</sub>	7.75	7.75	7.56	7.75	7.75	10.5	7.50	10.0	10.0	7.50	83.56
T <sub>7</sub>	7.88	7.75	7.50	7.75	7.69	10.0	7.50	10.0	10.0	7.50	83.38
T <sub>8</sub>	7.75	7.75	7.50	7.75	7.69	10.0	7.50	10.0	10.0	7.56	83.50

Fuente: Laboratorio de control de calidad "Sustainable Harvest Specialty Coffee" (2012).

Leyenda:

T<sub>1</sub>: Guano de isla + Roca fosfórica.

T<sub>2</sub>: Gallinaza + Roca fosfórica.

T<sub>3</sub>: Bocashi + Roca fosfórica.

T<sub>4</sub>: Guano de isla.

T<sub>5</sub>: Gallinaza.

T<sub>6</sub>: Bocashi.

T<sub>7</sub>: Roca fosfórica.

T<sub>8</sub>: Testigo.

Según DÍAZ (2007), menciona que la catación es un método convencional que se usa en el mercado para evaluar la calidad del café y se califica en una escala de 0 a 10 puntos (6 a 9 en la práctica), siendo 9.5 extraordinario, 8.5 excelente, 7.5 muy bueno y 6.5 bueno. Los cafés con más de 84 puntos se les consideran cafés especiales, y más de 94 puntos son excepcionales.

Por otro lado, en el presente trabajo se alcanzó un puntaje de 83.625 obteniendo un calificativo de muy bueno, según FAIRTRADE (2010), menciona que para acceder al mercado sostenible como café especial se necesita un puntaje de 80 a 90 puntos, por tanto, la presente tesis cumple con este criterio durante la catación y en las muestras de café, además, todos los tratamientos se caracterizaron por presentar sabores a caramelos frutas, miel, malta, caña, etc. que son buenos para la mayoría de mercados según (PROMECAFE, 2010).

CATAST (2012), menciona que la acidez es una cualidad positiva en el café, es la expresión de su viveza, sin ella un café aparece plano y con poca personalidad, en el presente trabajo este atributo tuvo una puntuación de 7.5 (para la totalidad de tratamientos) con una descripción a cítrica toronja, mostrando una buena acidez.

CATAST (2012), menciona también que la acidez varía en función de la altitud en la que han crecido los cafés (a mayor altitud, hay niveles más altos de acidez) y también influye el proceso de secado (los que utilizan el método húmedo son más altos en acidez), y el tostado (el grano llevado a un color más oscuro, más tostado, pierde acidez), lo que nos llevaría mencionar que son

muchos factores que influyen en este atributo, son pocos, los que se tiene que ver la influencia de la fertilización con bocashi, guano de isla gallinaza y roca fosfórica.

CATAST (2012), manifiesta que ni la acidez intensa ni la gran suavidad pueden considerarse defectos, Aunque hay que considerar que para ciertos tipos de cafés como el espresso la acidez es muy marcada, el cual siempre se intenta evitarse. El sabor ácido se aprecia en el lateral de la lengua y cuando se mezclan los azúcares propios del café con los ácidos puede recordar el gusto a los caramelos de limón; logrando así ni muy suave ni muy intenso en las muestras de café catado para la tesis.

CAPAJAÑA (2011), menciona en su investigación que la mezcla de variedades de café caturra y typica en tres pisos altitudinales, observó que las altitudes mayores a 1200 m.s.n.m presentan mejores condiciones de clima para la producción de café de excelente calidad, valorando así la teoría de que la altitud es un parámetro que ayuda a la calidad de taza del café.

## V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de abonos orgánicos y roca fosfórica incrementa el peso en gramos de pergamino, principalmente el guano de isla con 26.13 qq/ha en el tratamiento T<sub>4</sub> frente al tratamiento T<sub>5</sub> con 19.35 qq/ha.
2. La aplicación de fuentes orgánicas y roca fosfórica influye en el Potencial de hidrogeno por generar iones OH<sup>-</sup> y disminuir los iones H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> en la solución del suelo; se tiene un pH inicial de 5.04 considerado fuertemente ácido y pH final que oscila 5.29 a 5.79 considerándose moderadamente ácido.
3. Sobre la calidad en taza del café, se observó en el tratamiento T<sub>2</sub> (Gallinaza + Roca fosfórica) obtuvo un 83.63 puntos de catación según SCAA, frente al tratamiento T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica) con 83.31 puntos de catación lo cual no muestra una diferencia significativa, esto se debe probablemente a la cantidad de nutrientes que tienen estos compuestos.
4. Se dio un incremento del contenido de fósforo (P) y potasio (K) en el suelo por efecto de la aplicación de los tratamientos. Sin embargo, el contenido de fosforo (P) se reduce con la adición del bocashi por el desarrollo de los microorganismos responsables de la mineralización de la materia orgánica, nitrificación y fijación de nitrógeno (N).

5. La aplicación de bocashi en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub> (Bocashi + Roca fosfórica y Bocashi), fueron los que incrementaron considerablemente la población de microorganismos en el suelo con: 380 y 238 x 10<sup>3</sup>M.O./g para los microorganismos aeróbicos viables (inicialmente tuvo 1 x 10<sup>3</sup>M.O./gl); 392 y 720 x 10<sup>3</sup>M.O./g para los actinomicetos (inicialmente tuvo 256 x 10<sup>3</sup>M.O./g); y 103 y 270 x 10<sup>3</sup>M.O./gl para mohos y levaduras (inicialmente tuvo 36 x 10<sup>3</sup>M.O./gl).



## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar dosis iguales de la fuente de abono orgánico para que en los diferentes tratamientos no se muestren diferencias marcadas en los resultados.
2. Continuar con la investigación en campañas continuas, por lo menos tres campañas para sacar mejores conclusiones pero realizando las aplicaciones de fuentes orgánicas en la fase fenológica de floración.
3. Evaluar con los mismos objetivos y tratamientos con una misma dosis y riqueza para todos los tratamientos.

## VII. RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo de enero a octubre del año 2012, en el centro poblado de Ugarteche del distrito de Hermilio Valdizán a 1,403 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 18.3 °C y precipitación acumulada de 2,056.6 mm, con el objetivo de determinar la aplicación de los abonos orgánicos y roca fosfórica en el rendimiento y la calidad del café. El experimento fue instalado en un suelo de textura franco-limoso-arcilloso, reacción fuertemente ácida, con contenido alto de materia orgánica, nitrógeno también con contenido medio de fósforo, potasio y relaciones catiónicas normales de Ca/Mg. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y cuatro bloques; los tratamientos fueron: T<sub>1</sub> (Guano de isla + Roca fosfórica), T<sub>2</sub> (Gallinaza + Roca fosfórica), T<sub>3</sub> (Bocashi + Roca fosfórica), T<sub>4</sub> (Guano de isla), T<sub>5</sub> (Gallinaza), T<sub>6</sub> (Bocashi), T<sub>7</sub> (Roca fosfórica); todos ellos fueron aplicados en el período de llenado de grano, y T<sub>8</sub> (testigo). Los resultados mostraron que la aplicación de abonos orgánicos y la roca fosfórica incrementa el peso en gramos de pergamino, principalmente el guano de isla con 26.13 qq/ha y con respecto a la calidad en taza no hubo diferencias estadísticas, sin embargo, aritméticamente resaltaron los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> con puntajes de 83.63 y 83.56 puntos, respectivamente, considerando como un café de buena calidad.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, O., PEÑA, A., SERRANO, E., POCASANGRE, E., ROSALES, F., DELGADO, E., TREJOS, J., SEGURA, A. 2006. La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas – Universidad de Costa Rica. Apdo. 2060 San José, Costa Rica, 224-227 p.
2. BENZING, A. 2001. Agricultura Orgánica. Villingen - Schwenningen, Alemania, Neckar-Verlag, 682 p.
3. BELÉN, M., y MENÉNDEZ, O. 2002. Estabilización anaeróbica de desechos de comida para la elaboración de suplementos alimenticios para cerdos. Costa Rica. 67p. [En línea]: ME. ([www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/suplementos\\_alimenticios\\_cerdos.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/suplementos_alimenticios_cerdos.pdf), pdf, 08 Mar. 2014).
4. CANTARERO H. R. J., MARTÍNEZ T. O. A. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (Gallinaza, estiércol de vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6). Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua, 148 p.
5. CAPAJAÑA, Q. 2011. Determinación comparativa de perfiles de taza en tres pisos altitudinales de café arábico (*Coffea arabica* L.) en la cuenca del río Tambopata – Sandia. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Puno – Perú. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, 165 p.

6. CASTAÑEDA, E. 1997. Manual técnico cafetalero. Perú, TECNATROP S.R.L., 164 p.
7. CASTAÑEDA, E. 2000. El ABC del café. Lima, Perú, TECNATROP S.R.L., 181 p.
8. CATAST. 2012. Guía de cata. La cata de café. 43p. [En línea]: CATAST ([www.catast.com/Documentos/Guiasdecata/Guiacatacafe.pdf](http://www.catast.com/Documentos/Guiasdecata/Guiacatacafe.pdf), pdf, 10 de Mar. 2013).
9. DÍAZ, P. M. 2007. Inspección física y análisis sensorial de la calidad del café. Iniciativa de Prosperidad Rural y Conservación (IPRC). USAID. 1(2):30, 45p.
10. DÍAZ, V. 2004. Elaboración de enmiendas y abonos orgánicos. [En línea]: (<http://www.centralamericaweekly.net/181/espanol/mun-curi.html>, Documento, 26 Ene. 2013).
11. FAIRTRADE. 2010. Calidad y catación. 30p. [En línea]: COOPCOFFEES. ([www.coopcoffees.com/for-producers/extra.../calidad-y-catacion.pdf](http://www.coopcoffees.com/for-producers/extra.../calidad-y-catacion.pdf) Documento 15 de Feb. 2013).
12. FAO. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Roma. Italia, 19 p.
13. FAO. 2011. Elaboración y uso del bocashi. San Salvador. El Salvador, 06 -10 p.

14. FIGUEROA, R. 1984. La caficultura en el Perú. 1 ed. Lima, Perú, Servicio de copias S.A., 202 p.
15. FIGUEROA, R., FISCHERSWORRING, B. y ROSSKAMP, R. 1996. Guía para la caficultura ecológica. Lima, Perú, Novella Publigráf S.R.L., 171 p.
16. FUNDACIÓN LUIS PIEDRA BUENA. 2009. Manual de aplicación de los Microorganismos Efectivos (EM) para los países del APNAN (Red de Agricultura Natural del Asia/Pacífico), 87p.
17. GÁLVEZ, C. 2009. Efecto de la roca fosfórica, encubada en solución de microorganismos eficaces en el rendimiento de tomate. (*Lycopersicum esculentum mil*), Perú, 10 p.
18. GONZALES, H. 2007. Ecofisiología del cultivo del café. In: Diplomado de cultivos industriales tropicales de café, cacao y palma aceitera; Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú, 191 p.
19. GOOGLE MAPS, 2013. Ubicación del distrito de Hermilio Valdizán [En línea]: GOOGLE, (<https://www.google.com.pe/maps/place/Hermilio+Valdizán/>, 15 de Feb. 2013).
20. IGLESIAS, 2002. Efecto de la Roca Fosfórica y Gallinaza en el crecimiento del cultivo de Café (*Coffea arabica L.*) variedad Catimor en Tingo María. Tesis ing. Agr. UNAS Tingo María, 52-53 p.

21. INPOFOS. 1997. Manual Internacional de fertilidad de suelos. Quito, Ecuador, Potash & Phosphate Institute, 144 p.
22. JULCA, A., CARHUAYANQUI, R. y CRESPO R. 2003. Rendimiento de café de exportación a partir de café pergamino. Evaluación de pérdidas en zonas cafetaleras del Perú. [En línea]: Rendimiento de café, ([www.lamolina.edu.pe/proyectos/cafe/pdfs/cubajulca.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/cafe/pdfs/cubajulca.pdf), pdf, 15 de Feb. 2013).
23. MANSILLA, L. 2013. Niveles críticos para la interpretación del análisis de suelos. Curso de interpretación de análisis físico-químico en los cultivos de café y cacao. Tingo María, Perú.
24. MARÍN, C. 2013. Control de calidad del café. Manual Técnico. Lima, Perú. 07-26 p.
25. MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. [En línea]: (<http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>. Doc. 26 Ene. 2013).
26. MOLINA, E. 1998. Acidez de suelo y encalado. MOLINA, E. 1998. Acidez de suelo y encalado. Costa Rica. [En línea]: Encalado, ([http://anfacal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Agricultura/Neutralizacion\\_de\\_Suelos\\_Acidos/JM-encalado\\_y\\_acidez.pdf](http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf), pdf, 10 Mar. 2014).

27. OSORNO, R. 2006. El semáforo del suelo una guía para calificar el nivel de fertilidad. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile. Informativo N°, 51p.
28. PEÑA, E., CARRIÓN, M., MARTINEZ, F., RODRÍGUEZ, A., y COMPANIONI, N. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Cuba. [En línea]: INFOAGRO ([http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=121&cf\\_id=24](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=121&cf_id=24), pdf, 10 Mar. 2014).
29. PICASO, J. y AÑASCO, A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. CEDECO. Costa Rica.
30. PROABONOS. 2009. Proyecto especial de promoción del aprovechamiento de abonos provenientes de aves marinas. [En línea]: MINAG. ([www.proabonos.gob.pe/guano\\_de\\_isla.pdf](http://www.proabonos.gob.pe/guano_de_isla.pdf), pdf, 26 Ene. 2013).
31. PROMECAFE, 1992. XV Simposio sobre caficultura latinoamericana, Volumen II, Tegucigalpa, Honduras, 202 p.
32. PROMECAFE. 2010. Protocolo de análisis de calidad del café. Red Regional de Catadores. IICA. Guatemala, 138 p.
33. RAMÍREZ, M. 2006. Tecnología de microorganismos efectivos aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Colombia. [En línea]:

(<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7565/2/119592.pdf>, pdf, 09 Mar. 2014).

34. RESTREPO, J. 2002. Manual Práctico; El A, B, C de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas. Costa Rica. 01 – 260 p.
35. RESTREPO, J. 2007. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. 01 – 49 p.
36. RODRÍGUEZ, A. E. J., MONSALVE V. J. y VITERI R S. E. 2010. Evaluación de Microorganismos Aislados de Gallinaza por su Potencial para el Biocontrol de Fusarium (*F. oxysporum*). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 63(2): 5499-5509.
37. RODRÍGUEZ, M y PANIAGUA, G. 1994. Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José, Costa Rica, Serie No 1, Vol. 2, 76 p
38. ROMERO, D. 1996. Efecto del sustrato, dosis de fertilizante y uso de cubierta en almácigos de tabaco rubio (*Nicotiana tabacum* L.) var. K-326 en la localidad de Satipo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina.
39. ROSADO, L. 2005. Caracterización de la producción de café orgánico en Perú. Lima, Perú, Junta Nacional del Café. 210 p.



40. ROJAS, A. 2011. Producción de Compost Enriquecido con Micorriza Comercial en la Cooperativa Agraria Cafetalera la Divisoria Ltda. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
41. RUEDA, P. (2009). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Centro internacional de Agricultura Natural. Estados Unidos. [En línea]: FUNDASES, ([http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG\\_Benef\\_Efect.pdf](http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf), pdf, 08 Mar. 2014).
42. SÁNCHEZ, J. 1982. Efectos de la aplicación de cal, fósforo y potasio en la producción de café (*Coffea arabica* L.) Var. Caturra. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 88 p.
43. SACCACO, V. R. R. 2009. Influencia de bioestimulantes en la inducción floral y el rendimiento del cafeto (*Coffea arábica* L.) variedad caturra rojo en villa rica. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
44. SHINTANI, M., LEBLANC H. y TABORA, P. 2000. Bocashi: Abono orgánico fermentado. Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. EARTH. San José, Costa Rica, 20-25 p.
45. SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. SCAA protocols: Cupping specialty coffee version 21nov2009a. [En línea]:

(<http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>, 18 de Mar. 2013).

46. STOLLER, J. 2007. El lenguaje del café. Lima Perú. 85 p.
47. USAID. 2005. Normas y estándares de catación para la región de Centroamérica. [En línea]: USAID – café, ([pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADG946.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADG946.pdf), pdf, 18 de Mar. 2013).
48. YAGODIN, B., SMIRNOV, P., PETERBURGS, K., 1986. Agroquímica, Tomo II. Editorial Mir Moscú, 120-144 p.
49. VALENCIA, G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito, Ecuador, Instituto de la potasa y el fósforo, 61 p.
50. VANIER, M. 2004. El libro del amante del café. Ed. Larousse, 126 p.

## **IX. ANEXO**

## Apéndice 1. Estructura de la tesis

### Anexo A. Estructura general de los cuadros

**Cuadro 20.** Calificativo de la clase textural del suelo (MANSILLA, 2013).

Clase textural	Calificativo
Arena, Arena Franca	Textura gruesa
Franco arenoso	Textura moderadamente gruesa
Franco, franco limoso, limoso	Textura media
Franco arcilloso a arcilloso	Textura fina

**Cuadro 21.** Calificativo y causas del grado de pH (MANSILLA, 2013).

pH	Calificativo	Causas
> 3.5	Ultra ácido	Problemas de toxicidad del (Al <sup>+</sup> ) aluminio, fijación, absorción y baja disponibilidad de P.
<3.6 - 4.4>	Extremadamente ácido	
<4.5 - 5.0>	Muy fuertemente ácido	
<5.1 - 5.5>	Fuertemente ácido	
<5.6 - 6.0>	Moderadamente ácido	-
<6.1 - 6.5>	Ligeramente ácido	-
<6.6 - 7.3>	Neutro	Alta disponibilidad de nutrientes.
<7.4 - 7.8>	Ligeramente alcalino	Baja solubilidad de fosfatados.
<7.9 - 8.4>	Moderadamente alcalino	-
<8.5 - 9.0>	Fuertemente alcalino	Problemas de sodicidad.
> 9.0	Muy fuertemente alcalino	-

**Cuadro 22.** Contenido de cationes cambiabiles y otras propiedades del suelo (Universidad Nacional Agraria La Molina).

Niveles	Ca	Mg	K	Na	CIC
	meq/100 gr				
Muy Alto	> 20	> 8	> 1.2	> 2.0	> 20
Alto	< 10 – 20 >	< 3 - 8 >	< 0.6 - 1.2 >	< 0.7 - 2.0 >	< 15 - 20 >
Medio	< 5 – 10 >	< 1 - 3 >	< 0.3 - 0.6 >	< 0.3 - 0.7 >	< 10 - 15 >
Bajo	< 2 - 5 >	< 0.3 - 1 >	< 0.2 - 0.3 >	< 0.1 - 0.3 >	< 5 - 10 >
Muy bajo	< 2	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 5

Fuente: ROMERO (1996)

**Cuadro 23.** Análisis de Bocashi y Gallinaza.

Componentes	Bocashi	Gallinaza
pH	0,40	0,80
Humedad (%)	50,62	18,60
Materia seca (%)	49,38	81,40
Nitrógeno (%)	0,30	0,40
Fósforo (%)	0,35	0,31
Potasio (%)	0,37	1,33
Calcio (%)	2,51	2,44
Magnesio (%)	0,27	0,90
Sodio (%)	0,05	0,08
hierro	7983,19	666,46
manganeso	263,24	98,28
zinc	177,18	95,21
cobre	20,81	16,95

Fuente: Laboratorio de Suelos, Universidad Nacional Agraria de la Selva (2012).

**Cuadro 24.** Peso de 100 granos de café pergamino (g)

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
I	23,41	23,08	22,33	23,66	22,82	23,83	23,22	22,33
II	22,11	23,10	22,64	23,27	23,22	22,76	22,92	21,51
III	21,88	23,18	23,31	22,91	22,43	23,62	23,06	22,19
IV	22,45	23,54	22,82	22,97	21,57	22,63	23,32	22,33
Σ	89,85	92,90	91,10	92,81	90,04	92,84	93,06	88,36
X	22,46	23,22	22,78	23,20	22,51	23,21	23,26	22,09

## Apéndice 1. Estructura de la tesis

### Anexo B. Estructura generales de las fotografías



**Figura 8.** Visita del Ing. Luis Mansilla, a la parcela experimental.



**Figura 9.** Visita del Ing. Hugo Huamaní Yupanqui, y el Blgo. MSc. Miguel Huauya Rojas.