

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“DIFERENTES PROTOCOLOS DE OBTENCIÓN Y ACTIVACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE ABONOS ORGÁNICOS”**

**Tesis**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Presentado por**

**HUARACA BAZÁN, KENNIT BRYAN**

**Tingo María – Perú**

**Diciembre - 2020**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE  
LA SELVA  
TINGO MARÍA  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
**COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS**



"Año de la Universalización de la Salud"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 10:00 a.m. del 25 de noviembre de 2020, para calificar la Tesis titulada **"DIFERENTES PROTOCOLOS DE OBTENCIÓN Y ACTIVACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE ABONOS ORGÁNICOS"**, presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **KENNIT BRYAN HUARACA BAZÁN**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de **"BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 03 de diciembre de 2020.

.....  
Ing. M. Sc. **JUAN LAO GONZÁLES**  
Presidente

**AUSENTE**  
.....  
Ing. M. Sc. **RAFAEL RENÉ ROBLES RODRÍGUEZ**  
Miembro

.....  
**M. V. LISANDRO ROGER TAFUR ZEVALLOS**  
Miembro

.....  
**Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE**  
Asesor

Copia: Archivo

slcp/sec

## DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso, gracias te doy por tu bendición y protección por guiar mis pasos, por darme la vida, la fuerza el valor necesario para seguir adelante y cumplir con una de mis metas más deseadas en la vida.

A mis padres Emilio Huaraca Quispe y Delfina Bazán Rojas, quienes con mucho esfuerzo, amor y sabios consejos han hecho posible mi

A mis queridos hermanos Anthony Huaraca Bazán, Mendy Rayna Huaraca Bazán, Lis Estefany Huaraca Bazán Quienes mantienen su confianza en mí.

A mi sobrino Axcel Luis mathew Aroni Huaraca por ser la bendición en mi hogar.

A mi perra Schnauzer Noa por su fidelidad incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia, a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de ser parte en mi formación profesional y apoyarme en la ejecución del presente proyecto.

De parte muy especial al Dr. Rizal, Robles Huaynate, por contribuir con su orientación y apoyarme en la redacción del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado: Ing. MS.c. Juan Lao Gonzáles, Ing. MS.c. Rafael René Robles Rodríguez y M. V. Lisandro Roger Tafur Zevallos, quienes con mucha responsabilidad y dedicación colaboraron para presentar este informe de Tesis.

A los docentes de la Facultad de Zootecnia por haber sido los forjadores para mi formación profesional. Y a todas las personas que de alguna forma influyeron en mi formación profesional y en la realización de este trabajo de investigación ya que no alcanzó a recordar y espero que me disculpen.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Abonos orgánicos .....	3
2.2. El compostaje .....	3
2.3. El Compost .....	4
2.3.1.Etapas en el proceso de compostaje.....	4
2.4. Características físicas que intervienen en el compostaje.....	5
2.4.1.Temperatura .....	5
2.4.2.Humedad .....	5
2.4.3.Tamaño de partículas.....	5
2.5. Características químicas que intervienen en el compostaje .....	6
2.5.1.pH.....	6
2.5.2.Contenido de materia orgánica .....	6
2.6. Microorganismos eficientes de montaña.....	6
2.6.1.Composición microbiológica de los microorganismos eficientes de montaña .....	7
2.7. Trabajos de investigación relacionado a microorganismos eficientes...	8
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	12
3.1. Ubicación y fecha de ejecución.....	12
3.2. Tipo de investigación .....	12
3.3. Instalaciones .....	12

	2
3.4. Componentes de estudio .....	13
3.4.1. Microorganismos eficientes de montaña .....	13
3.5. Variable independiente .....	13
3.6. Tratamientos .....	13
3.7. Distribución de los tratamientos .....	14
3.8. Diseño y análisis estadístico .....	14
3.9. Variables dependientes.....	15
3.10. Metodología para la obtención y activación de la cepa madre para ambos protocolos. ....	16
3.10.1. Protocolo N°1: .....	16
3.10.2. Protocolo N°2: .....	16
3.10.3. Proceso de elaboración de abono orgánico.....	18
3.11. Metodología para determinar las variables en estudio .....	19
3.11.1. Temperatura y pH.....	19
3.11.2. Humedad .....	20
3.11.3. Tamaño de partícula.....	20
3.11.4. Concentración de macro y micro minerales.....	20
3.11.5. Contenido de materia orgánica.....	21
3.11.6. Rendimiento productivo.....	21
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1. Parámetros físicos .....	22
4.2. Parámetros químicos .....	24
4.3. Parámetros productivos .....	27
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>

5.1. Parámetros físicos .....	28
5.2. Parámetros químicos .....	31
5.3. Parámetros productivos .....	36
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. ABSTRACT.....</b>	<b>40</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Cantidades de insumos para cada protocolo y para cada fase.....	17
2. Insumos para la elaboración de abono orgánico.....	18
3. Temperatura de abonos orgánicos con diferentes protocolos.....	22
4. Humedad y materia seca de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos, en el día 1 y 28 de compostaje .....	23
5. Proporción de tamaño de partícula de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en el día 7 de compostaje .....	23
6. Proporción de tamaño de partícula de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en el día 28 de compostaje .....	24
7. pH de abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos en el día 1 y 28 de compostaje. ....	24
8. Materia orgánica y mineral de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos, en el día 1 y 28 de compostaje.....	25
9. Concentración de macro y micro minerales al día 1 de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en base seca.....	26
10. Concentración de macro y micro minerales de abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos: Muestra a los 28 días. ....	26
11. Rendimiento productivo de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos y cosechados a los 28 días.....	27

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco, con el objetivo de evaluar dos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos. La elaboración del abono orgánico se realizó mediante el uso del compostaje, utilizando microorganismos eficientes de montaña del bosque reservado Brunas UNAS, dicho proceso tuvo una duración de 28 días. Se evaluaron dos tratamientos, los cuales fueron T1: Protocolo n°1 (Tradicional) y T2: Protocolo n°2 (Innovador) con 4 repeticiones cada uno y con una unidad experimental de 250 kg. Los resultados muestran que la temperatura, humedad, contenido de materia orgánica y mineral, concentraciones de macro y micro minerales fueron semejantes ( $p > 0.05$ ) para ambos protocolos en el día 1 y 28; también el tamaño de partícula y el rendimiento productivo fueron semejantes ( $p > 0.05$ ) en el día 7 y 28; así mismo el pH en el día 1 fueron semejantes ( $p > 0.05$ ), sin embargo el pH en el día 28 fueron diferentes ( $p < 0.05$ ), 7.51 para el protocolo n°1 y 8.09 para el protocolo n°2. Se concluye que ambos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña son semejantes en cuanto a las características físicas, químicas y productivas de abonos orgánicos

Palabras claves: Microorganismos eficientes de montaña, protocolos, pH

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización de abonos orgánicos en suelos pobres en nutrientes, ayuda a mejorar su biodiversidad biológica con ayuda de microorganismos especializados que están encargados de transformar la materia orgánica en nutrientes disponibles para las plantas; también ayuda a mejorar sus capacidades físicas y químicas.

Actualmente la producción de residuos pecuarios, ya sean heces u excretas de cualquier especie sin importar el tipo de crianza, son aprovechados en la elaboración de abonos orgánicos de buena calidad como el compost, el cual soluciona problemas de carácter ambiental al incorporarle microorganismos eficientes de montaña que aceleran el proceso de transformación de residuos agropecuarios en abono orgánico debido a la acción de sus enzimas.

Asimismo, al incorporar dichos microorganismos eficientes de montaña obtenidos y activados con diferentes protocolos permite que el abono orgánico compostado sea de mejor calidad, pueda que la innovación de un protocolo nuevo permita las mejores condiciones para su desarrollo. Por tal razón, se genera la presente investigación con la siguiente pregunta. ¿Cuál será el desempeño de los microorganismos eficientes de montaña, obtenidos y activados con diferentes protocolos sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos?

Para la cual se plantea la siguiente hipótesis: La elaboración de abono orgánico con microorganismos eficientes de montaña obtenidos y activados con el protocolo 2 (Innovador) genera abono orgánico con mejores características físicas y químicas.

#### Objetivo general

- Evaluar dos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos.

#### Objetivos específicos

- Comparar las características físicas (temperatura, humedad y tamaño de partícula) de abonos orgánicos con microorganismos eficientes de montaña, obtenidos y activados con diferentes protocolos.
- Comparar las características químicas (pH, contenido de materia orgánica, materia mineral, contenido de macrominerales y microminerales) de abonos orgánicos con microorganismos eficientes de montaña, obtenidos y activados con diferentes protocolos.
- Comparar el rendimiento productivo de abonos orgánicos con microorganismos eficientes de montaña, obtenidos y activados con diferentes protocolos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Abonos orgánicos

Es el resultado de la transformación biológico de la materia orgánica el cual es degradado en un material relativamente estable, el cual se obtiene por la descomposición o fermentación de desechos pecuarios o agropecuarios, (BALAGUER, 1999).

JARAMILLO (2002) lo define como aquellos materiales que son suministrados al suelo, con distintos objetivos como, por ejemplo: suministrar nutrientes disponibles al suelo y/o mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas.

### 2.2. El compostaje

VÉRTICE (2008) es considerado un proceso biológico donde existe la degradación biológica de la materia orgánica por acción de microorganismos especializados que tiene como producto final al compost. El compostaje es un proceso que tiene una gran ventaja es cual está muy relacionado con medio ambiente.

El compostaje es un proceso biooxidativo de fermentación aerobia y controlado en la cual actúan una gran variedad de microorganismos, los cuales necesitan una humedad adecuada y sustratos orgánicos diferentes en su composición e iguales en cuanto a su tamaño (LABRADOR ,2002).

### 2.3. El Compost

INTEC (1999) es considerado un proceso biológico propiamente termofílica, en donde la materia orgánica sufre una descomposición biológica por acción de microorganismos con la finalidad de convertirlo en compuestos más simples y sean fácilmente asimilables para el suelo.

Es la mezcla de productos húmicos, usados como abono orgánico, y otros subproductos, el cual permite que se aproveche los desechos, así como la disminución del volumen inicial (VÉRTICE, 2008).

#### 2.3.1. Etapas en el proceso de compostaje

CANALES (2010) manifiesta que, el proceso de compostaje consta de cuatro etapas, esto dependerá de la dinámica de la temperatura:

**Mesófila:** se empiezan a desarrollar las bacterias mesófilas debido a que la temperatura ambiente se mantiene. Como resultado de la degradación microbiológica el pH se acidifica llegando a una temperatura de 40 °C.

**Termófila:** el pH se vuelve neutro y por su parte la temperatura se encuentra en ascenso hasta alcanzar los 75°C, debido a una máxima actividad microbiológica de las bacterias termofílicas.

**Enfriamiento:** la temperatura se estabiliza, así como el pH el cual favorece el desarrollo de actinomicetos, hongos, nematodos. Se producen antibióticos que permiten eliminar agentes patógenos y a su vez formar ácidos húmicos.

**Maduración:** la temperatura disminuye hasta asemejarse al entorno ambiental, los microorganismos disminuyen considerablemente y el pH se encuentra en un rango de 7 a 8.

## 2.4. Características físicas que intervienen en el compostaje

### 2.4.1. Temperatura

Al inicio del compost este se encuentra a temperatura ambiente. En la primera etapa existe un calentamiento de forma gradual y un aumento considerable de microorganismos los cuales elevan la temperatura. (CABRERA *et al.*, 2016).

### 2.4.2. Humedad

COCHACHI (2008) comenta que la humedad es una característica muy importante para los microorganismos, debido a que el agua tiene la función de movilizar el alimento que son utilizados por las células, además el desarrollo microbiano es indispensable esta variable, el cual está entre el 50-70% de humedad que es óptimo para la multiplicación de los microorganismos.

### 2.4.3. Tamaño de partículas

RODRÍGUEZ *et al.*, (2000) el tamaño inicial de las partículas que componen la masa a compostar es una importante variable para tener resultados del rendimiento, cuanto mayor sea la superficie expuesta al ataque microbiano por unidad de masa, mayor y completa será su reacción. Así mismo, el desdoblamiento del material permite que el ataque de los microorganismos y el aumento la velocidad del proceso sea más sencillo.

## 2.5. Características químicas que intervienen en el compostaje

### 2.5.1. pH

El pH tiene intervienen directamente en el proceso de compostaje por acción de la dinámica que realizan los microorganismos. (BEJARANO *et al.*, 2007).

### 2.5.2. Contenido de materia orgánica

CHAUCA (2014) lo considera como la principal característica para evaluar un compost debido a que nos permite obtener datos precisos para determinar su calidad y esta pueda ser incorporada al suelo.

## 2.6. Microorganismos eficientes de montaña

HIGA (2002) están encargados de descomponer la materia orgánica presente en el suelo así como otros desechos que se encuentren en él. Hay microorganismos especializados que se encargan de fijar nitrógeno de la atmosfera, otros son controladores de microorganismos patógenos, así como un grupo permite que los nutrientes sean disponibles para las plantas a través del reciclaje de los mismos.

Los microorganismos eficientes de montaña son un conjunto de varios microorganismos benéficos, éstos pueden ser de origen natural los cuales se encuentran en ecosistemas naturales. Estos microorganismos se encuentran dividido en 4 grupos: las bacterias fototrópicas, bacterias del ácido láctico y levaduras; las cuales segregan elementos provechosos como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes cuando entran en contacto con la materia orgánica (CORREA, 2005).

### 2.6.1. Composición microbiológica de los microorganismos eficientes de montaña

Existen 4 principales grupos de microorganismos eficientes de montaña, los cuales son:

**Bacterias Fotosintéticas:** estas bacterias aprovechan la luz solar como energía para realizar la fotosíntesis, debido a que son considerados microorganismos independientes. Las sustancias producidas son: los aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales promueven el crecimiento y el desarrollo celular en las plantas; a este grupo pertenecen los géneros: *Rhodospseudomonas spp* (HIGA *et al.*, 2010).

**Bacterias Lácticas:** la función principal de estas bacterias es la de producir ácido láctico, que encarga de impedir el desarrollo de microorganismo patógenos y a su vez acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica. Estas bacterias ácido lácticas incrementan la descomposición de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa.; juegan un papel muy importante, ya que son las causantes del proceso de fermentación; a este grupo pertenecen los géneros: *Lactobacillus spp* (BIOSCA, 2001).

**Levaduras:** sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles para el desarrollo de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas; las sustancias bioactivas que son producidas por levaduras como las hormonas y enzimas, permiten que se de la división activa de las células y raíces; a este grupo pertenecen los géneros: *Saccharomyces spp* (ECOTECNOLOGIAS, 2012).

**Actinomicetos:** Son organismos unicelulares que producen micelios no adaptados, muy finos y ramificados, estas se encuentran entre bacterias y hongos. Tienen múltiples funciones a nivel de suelo, desde la descomposición de la materia orgánica hasta combatir con bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos, también fijan el nitrógeno del suelo; a este grupo pertenecen los géneros: *Nocardia spp* (HIGA *et al.*, 2010).

2.7. Trabajos de investigación relacionado a microorganismos eficientes

VARGAS (2018) caracterizó nutricionalmente los abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios, con el objetivo de evaluar las características nutricionales y físicas de abonos orgánicos compostados con dos fuentes de carbono. La elaboración de abono orgánico se realizó mediante el compostaje de vacaza como fuente de nitrógeno y pollaza y/o coronta de maíz como fuentes de carbono, utilizando microorganismos del bosque reservado Brunas UNAS, con una duración de 21 días. Los resultados muestran, la relación C:N al inicio del experimento fue diferente, 20.82 para el tratamiento con pollaza y 25.63 para el tratamiento con coronta de maíz; sin embargo la relación C:N al final del compostaje fue semejante. La proporción del tamaño de partícula grande fue influenciada por las fuentes de carbono, teniendo partículas grandes en mayor proporción el tratamiento con coronta de maíz, el cual se corrobora con un rendimiento productivo bajo para el abono compostado con coronta de maíz.

VASQUEZ *et al.*, (2018) mencionan que, los microorganismos eficientes, como inoculantes microbianos restablecen el equilibrio microbiológico y mejoran las condiciones físico-químicas del suelo; con el objetivo de contribuir

a la recuperación de la fertilidad del suelo mediante la aplicación de bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs se instaló un experimento de bloques al azar con tres réplicas, tres dosis de EM-artesanal, tres dosis de EM-comercial y un testigo, en la comunidad La Matara del cantón Saraguro de la provincia de Loja. Con 0,75 l/m<sup>3</sup> de EM-artesanal se obtuvo 0,65 % de nitrógeno total, 0,52 % de fósforo, 1,67 % de potasio, 35 % de materia orgánica y relación C/N de 32; el rango de pH de las pilas de bocashi fue de 5,4 a 7,2.

SOSORANGA (2018) menciona que en la elaboración y evaluación de tres tipos de bocashi con la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) en diferentes upas de la comunidad la Matara cuyo objetivo es la de contribuir al mejoramiento de la fertilidad del suelo de la comunidad la Matara utilizando tres dosis de EM-artesanal y EM-comercial más un testigo, los dosis de EM en el abono, se logró elevar los valores de nitrógeno total 21%, fósforo 34%, potasio 132% y materia orgánica 12% todos con respecto al testigo. Otro aspecto a recalcar es el comportamiento similar entre el EM-Comercial y EM-Artesanal; en la relación C/N de manera general, existe una diferencia de hasta 10% entre el testigo y el EMA y el pH de las pilas de Bocashi se encuentran en los rangos permisibles con valores que fluctúan de 5.4 a 7.0.

SANCHEZ (2015) evaluó la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa; cuya finalidad es determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos, identificar, cuantificar y correlacionar los microorganismos presentes en el compost con los parámetros químicos. Se elaboró cuatro composteras utilizando como insumos el estiércol de vacuno y dolomita de las cuales dos se inoculaban con (3 y 2 L de

microorganismos eficientes). Los parámetros físicos, químicos y biológicos fueron: temperatura (61.40 °C), humedad (12.20%), materia orgánica (43.32%), pH (8.6), N<sup>+</sup> (2.35%), Ca<sup>2+</sup> (6.79%), bajo contenido (Mg<sup>2+</sup>, P<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>). Contenidos altos (Fe<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> y Zn<sup>2+</sup>)

RAFAEL (2015) evaluó el proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, cuyo objetivo fue indagar y explicar fenómenos como el efecto del proceso y aplicación de dosis del producto EM en la calidad del compost la que está determinada por sus características físicas, químicas y microbiológicas. Se utilizó dosificaciones con el producto EM; 0%, 5% y 10%), obteniendo como resultado una temperatura de 31.78° C, humedad de 62.51%, de color 2.61 correspondiente a un marrón oscuro, el olor 2.44 que corresponde un olor más agradable. El tamaño de las partículas obtuvo un promedio total 89.36% de 10 a 16 mm; pH se obtuvo valores alcalinos con un promedio total de 8.72; la relación de C/N un valor promedio de 12.21; la materia orgánica obtuvo un valor más alto con 59.8% (10% de EM).

ILIKUÍN (2014) manifiesta que la producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos Takakura y EM-compost en el distrito de Chachapoyas, cuyo objetivo fue la producción de abono orgánico con dos métodos de Takakura y Em-compost se obtuvo un mejor tiempo de maduración con el método Takakura de 57.67 días promedio, pero con una diferencia significativa de 62 días promedio con el Em-compost. Los resultados muestran que el Em-compost contiene mejores valores de contenido de elementos nutricionales con un

13.29% de C, 1.31 %N, 0.54%P, 23.93% M.O, relación C/N 10.12, densidad aparente 468.37 kg/m<sup>3</sup>, pH 7.5, conductividad eléctrica 5.02 dS/m, humedad 53,77%, porosidad 87.98% y un mejor rendimiento de 19.90 %.

SUHAIMI *et al.*, (2001) realizaron una prueba de compostaje con nueve pilas de estiércol de hilera bajo condiciones no ideales y no aireadas sin ajuste de carbono / nitrógeno para estudiar el efecto de microorganismos efectivos (EM) y Bocashi en el proceso de compostaje y emisión de amoníaco, hubo tres montones por tratamiento, con el tratamiento (T0) siendo un control, tratados con EM (T2) y tratados con Bocashi (T3). El producto EM fue una mezcla de inóculo microbiano en una solución de bacterias de ácido láctico mantenida a pH 3.0-3.5. Se añadió EM en forma líquida, mientras que al Bocashi también se inoculó con EM pero en un medio sólido de salvado de arroz, cáscara de arroz quemada, polvo de coco y pollo estiércol. El compost tardó 7 semanas en estabilizarse.

La pérdida de humedad fue de aproximadamente el 50%. Las pérdidas de carbono fueron 9.0, 10.9 y 9.2%, mientras que las pérdidas de nitrógeno fueron 17.5, 18.8 y 22.7% respectivamente para el control, compostas tratadas con EM y Bocashi. Así mismo hubo un aumento en el pH de 6 inicialmente a 9 al final del compostaje, las concentraciones de otros elementos, incluidos los metales pesados, aumentaron fin del compostaje debido a la pérdida de masa.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se dio en la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Agropecuarios de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la región de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa, ciudad de Tingo María.

Geográficamente ubicada a  $9^{\circ}17'46''$  de latitud sur y  $75^{\circ}59'53''$  de longitud oeste con una altitud de 660 msnm, con una humedad relativa promedio anual de 84.09 %, temperatura promedio anual de  $24.85^{\circ}$  C y una precipitación pluvial de 3100 mm distribuidos durante todo el año, es clasificado dentro de las zonas de vida como bosque húmedo pre montano tropical (bh-pmt (SENAMHI, 2016)).

La etapa experimental tuvo un periodo de tres meses, que fue entre noviembre del 2019 a febrero del 2020.

#### 3.2. Tipo de investigación

Este trabajo corresponde a una investigación de tipo experimental.

#### 3.3. Instalaciones

Se utilizó un ambiente techado de 600 m<sup>2</sup>, con piso de cemento, techo de calamina y pared compuesto por: 1.5 m de cemento y 1.5 m con malla

metálica número 14, con una orientación de Norte a Sur; la cual pertenece a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.4. Componentes de estudio

#### 3.4.1. Microorganismos eficientes de montaña

Los microorganismos fueron capturados en el Bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), con características topográficas de empinado a extremadamente empinado cuyo valor supera al 25% y con plantaciones de árboles maderables, lo que indica que pertenece a una zona eminentemente de protección.

### 3.5. Variable independiente

- Diferentes protocolos de elaboración y activación de microorganismos eficiente de montaña.

### 3.6. Tratamientos

Los tratamientos fueron los siguientes:

T<sub>1</sub>= Protocolo N°1 (Tradicional)

T<sub>2</sub>= Protocolo N°2 (Innovador)

- **Protocolo N°1:**

Elaboración de la cepa madre: 5 kg de polvillo de arroz, 5 kg de melaza de caña, 90 kg de mantillo de bosque y 30 L agua no clorada.

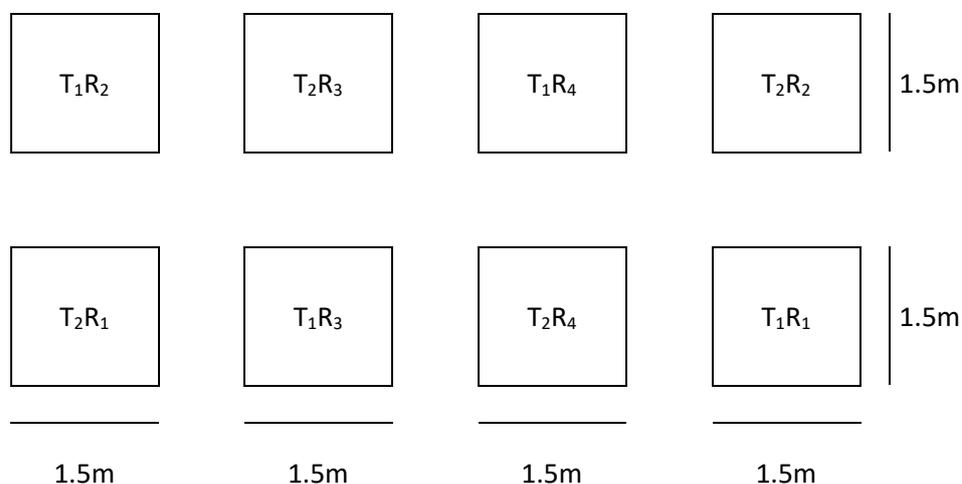
Activación de la cepa madre: 7 kg de cepa madre anaeróbica, 2 L de leche fresca, 3 kg de melaza de caña, 250 g de levadura y 20 L de agua no clorada.

- **Protocolo N°2:**

Elaboración de la cepa madre: 33 kg de polvillo de arroz, 33 kg de carbón molido, 33 kg de mantillo de bosque, 1.6 kg de melaza de caña y 30 L de agua no clorada.

Activación de la cepa madre: 6 kg de la cepa madre anaeróbica, 1 kg de cepa madre aeróbica, 4 kg de melaza de caña y 20 L de agua no clorada.

### 3.7. Distribución de los tratamientos



### 3.8. Diseño y análisis estadístico

Las variables físicas, químicas y rendimiento productivo de abonos orgánicos con microorganismos eficientes de montaña obtenidas con diferentes protocolos fueron sometidos a un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos

tratamientos, cuatro repeticiones y que cuenta con una unidad experimental de 250 kg. El modelo matemático del diseño que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = i-ésimo observación bajo el i-ésima evaluación.

$\mu$  = media poblacional.

$T_i$ = efecto del i-ésimo protocolo  $i=1,2$ .

$E_{ij}$ = Error experimental.

Los promedios de cada tratamiento fueron comparados mediante la prueba de DGC ( $p < 0.05$ ) utilizando el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2019).

### 3.9. Variables dependientes

- Características físicas
  - Temperatura, Humedad y tamaño de partícula
- Características químicas
  - pH, Contenido de materia orgánica, Contenido de materia mineral, Contenido de macrominerales y microminerales
- Características productivas
  - Rendimiento productivo

3.10. Metodología para la obtención y activación de la cepa madre para ambos protocolos.

3.10.1. Protocolo N°1:

Fase seca: Para el proceso de la obtención de cepa madre (Cuadro 1), se utilizó 90 kg de mantillo del bosque reservado BRUNAS, de un área de 9 m<sup>2</sup> y una profundidad de 8 a 10 cm, para ser mezclado con 5 kg de melaza de caña a 85°Bx más 20 L de agua no clorada, 5 kg de polvillo de arroz y posteriormente fue almacenado en un bidón con tapa hermética por 30 días.

Fase húmeda: Consiste en la activación de microorganismos de montaña (Cuadro 1), para el cual se pesó 7 kg de cepa madre anaeróbica el cual fue envuelto en un costal de tela y sumergida en un bidón de 200 L con agua no clorada, más 3 kg de melaza de caña a 85°Bx, más 2 L de leche fresca, más 250 g de levadura fresca para pan. La cual fue almacenada en un bidón con tapa hermética, pero con sistema de biodigestor, durante 15 días.

3.10.2. Protocolo N°2:

Fase seca: Para el proceso de obtención de cepa madre (Cuadro 1), se colectó 33 kg de mantillo de bosque BRUNAS, de un área de 9 m<sup>2</sup> y una profundidad 8-10 cm, donde se retiró las hojas no descompuestas, para ser mezclado con 33 kg de carbón molido más 33 kg de polvillo de arroz, a toda esa mezcla se le agregó 1.6 kg de melaza de caña a 85°Bx diluida en 20 L de agua no clorada.

La mezcla fue dividida en dos partes; la primera de 80 kg que se colocó en un cilindro plástico, convenientemente comprimido y cerrado herméticamente que permitirá el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos

del bosque los cuales permanecerán como tal por 30 días y la otra parte del mantillo se mantuvo al aire libre permitiendo el desarrollo de microorganismos aeróbicos por la misma cantidad de tiempo.

Fase húmeda: Transcurrido 30 días, se procedió a la activación (Cuadro 1) y para ello se utilizó un cilindro de 200 L de volumen, donde se mezclaron 6 kg de cepa madre anaeróbica, 1 kg de cepa aeróbica, en seguida a dicha mezcla fue envuelta con un saco filtrante y se colocó en el cilindro, luego se agregó agua no clorada más 4 kg de melaza de caña a 85°Bx, hasta llenar el cilindro; finalmente, se cerró herméticamente dejando reposar por 15 días, pasado este tiempo la cepa fermentadora quedó habilitada para su aplicación.

Cuadro 1. Cantidades de insumos para cada protocolo y para cada fase.

Insumos	Protocolo 1		Protocolo 2	
	Fase seca	Fase Húmeda	Fase seca	Fase húmeda
Mantillo, kg	90.00	---	33.00	---
Carbón molido, kg	---	---	33.00	---
Melaza de caña, kg	5.00	3.00	1.60	4.00
Agua no clorada, L	30.00	185.00	20.00	186.00
Polvillo de arroz, kg	5.00	---	33.00	---
Cepa madre P1, kg	---	7.00	---	---
Cepa Madre P2AN, kg	---	---	---	6.00
Cepa Madre P2AE, kg	---	---	---	1.00
Leche fresca, L	---	2.00	---	---
Levadura de pan, g	---	250.00	---	---

P1: Protocolo 1, P2AN: Protocolo 2 anaeróbico, P2AE: Protocolo 2 aeróbico

### 3.10.3. Proceso de elaboración de abono orgánico

Muestras de pollaza y vacaza fueron enviados al Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para determinar los valores de carbono y nitrógeno, con la finalidad de obtener la relación C:N y con ella calcular las cantidades de insumos para la elaboración del compost. La vacaza reportó 1.88% de nitrógeno, 44.36% de carbono y una relación C/N de 23.65; la pollaza reportó 1.05% de nitrógeno, 48.21% de carbono y una relación C/N de 45.91.

La relación C: N adecuada para el proceso de compostaje de residuos pecuarios o agropecuarios es de 25 a 35, si la relación es más alta, la descomposición es más lenta (MARQUEZ *et al.*, 2008). Por lo tanto se trabajó con una relación C: N de 30.

		Partes:	Porcentajes:	Cantidad:
Vacaza: 23.65		15.91	71.5	173.4 kg
Pollaza: 45.91		6.35	28.5	69.1 kg
		22.26		

Cuadro 2. Insumos para la elaboración de abono orgánico.

Insumos	Cantidad
<i>Insumos sólidos</i>	
Vacaza (kg)	173.4
Pollaza (kg)	69.1
Carbón molido (kg)	5.0
Ceniza (kg)	2.5
<b>Total (Kg)</b>	<b>250</b>
<i>Insumos líquidos</i>	
Melaza (L)	2.5
Cepa madre activada (L)	20

- La preparación de abono orgánico se inició extendiéndose 173.4 kg de vacaza (excretas de vacunos productoras de leche con restos de tallos de pasto *Echinochloa polystachya*), a una altura de 15 cm, sobre esta capa, se adicionaron los 69.1 kg de pollaza (obtenidos de pollos parrilleros, criados durante 35 días y la cama a base de viruta de madera tropical).

- Sobre esta capa se adicionaron 2.5 kg de ceniza y 5 kg de carbón molido.

- Todos los sustratos colocados en capas se mezclaron con la ayuda de palas y fue homogéneamente. En seguida, se extendió la mezcla a una altura de 25 cm y tanto para los protocolos N°1 y N°2, se adicionaron 20 L de cepa madre activada mezclada con 2.5 L de melaza de caña a 85°Bx en forma de aspersión. Finalmente se procedió a mezclar con la ayuda de las palas hasta formar una ruma de un metro de altura.

- Los volteos se realizaron cuando la temperatura de cada ruma presentó una temperatura mayor a 55°C, los volteos se realizaron con palas con la finalidad de oxigenar a la ruma y posibilitado el trabajo eficaz de los microorganismos eficientes.

### 3.11. Metodología para determinar las variables en estudio

#### 3.11.1. Temperatura y pH

La temperatura y el pH de las rumas fueron registradas dos veces por día (mañana y tarde) durante los 28 días del proceso de compostaje. La temperatura y el pH fueron tomadas en cuatro distintos lugares de cada ruma

y el termómetro utilizado fue de la marca ACERO IN con  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  de sensibilidad y el peachímetro fue de la marca SOIL SURVEY con rango de 3.5 a 9.0.

Al inicio y final del proceso de compostaje se determinó la humedad, materia orgánica, materia mineral, concentraciones de macro y microminerales, con una muestra de 5 kg para el día 1 y otros 5 kg para el día 28, tomados de cada tratamiento con su respectiva repetición (ruma de 250 kg), estas muestras fueron enviados al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

#### 3.11.2. Humedad

Fue evaluada en el día 1 y 28 del proceso de compostaje, dónde el proceso constó del secado de las muestras en estufa de ventilación forzada a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas, en seguida estas muestras fueron molidas y deshidratadas en estufa de ventilación forzada a una temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$  durante 4 horas.

#### 3.11.3. Tamaño de partícula

A los 7, 14, 21 y 28 días del proceso de compostaje se tomó una muestra de 2 kg de cada ruma con la finalidad de determinar las proporciones de tamaños de partícula procesadas en tamices de 2.54 cm, 1.905 cm y 1.27 cm. Al final del proceso de tamizaje, los 2 kg fueron devueltos a su respectiva ruma.

#### 3.11.4. Concentración de macro y micro minerales

Estos fueron obtenidos siguiendo las indicaciones del laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para macro

y micro minerales se realizó mediante el espectrofotómetro de absorción atómica de marca: VARIAN y modelo: spectrAA-640 + SPS-5. Entre tanto, las determinaciones de fósforo fueron realizados mediante el método de colorimetría con el uso de un espectrofotómetro UV de marca: UNICO y modelo: 2150UV

#### 3.11.5. Contenido de materia orgánica

Las muestras fueron enviados al Laboratorio de Análisis de suelos, de la Facultad de Agronomía de la UNAS, para la determinación materia orgánica (%).

#### 3.11.6. Rendimiento productivo

A los 28 días del proceso de compostaje, se procedió a zarandear el abono orgánico con una zaranda de media pulgada. Esto se realizó al final del compostaje cuando los componentes orgánicos pierdan su forma principal y tenga una coloración oscura, los cuales fueron pesados en sacos por separado para cada tratamiento con su respectiva repetición.

$$\text{Rendimiento (\%)} = 100 \times \frac{\text{materia saliente}}{\text{materia ingresante}}$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Parámetros físicos

En el Cuadro 3 se muestra la temperatura abonos procesados con diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña, en el día 1 y 28 de compostaje.

Cuadro 3. Temperatura de abonos orgánicos con diferentes protocolos.

En el Cuadro 4 se presenta la humedad y materia seca de abonos orgánicos con dos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña, en el día 1 y 28 de compostaje.

Protocolos	Temperatura (°C)	
	Día 1	Día 28
Protocolo 1	25.42	39.97
Protocolo 2	25.50	40.05
p-valor	0.5370	0.9503
cv	0.72	3.94
R <sup>2</sup>	0.07	0.0007

Cuadro 4. Humedad y materia seca de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos, en el día 1 y 28 de compostaje.

Protocolos	Humedad (%)		Materia Seca (%)	
	Inicio: día 1	Final: día 28	Inicio: día 1	Final: día 28
Protocolo 1	56.88 ± 0.87	31.97 ± 0.83	43.12 ± 0.87	68.03 ± 0.83
Protocolo 2	58.64 ± 2.15	35.47 ± 4.73	41.36 ± 2.15	64.53 ± 4.73
cv (%)	5.68	20.15	7.77	10.25
p-valor	0.4775	0.4944	0.4775	0.4944
R <sup>2</sup>	0.09	0.08	0.09	0.08

En el Cuadro 5 y 6 se detallan las proporciones de diferentes tamaños de partículas de abonos orgánicos, en función a los protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña, en el día 7 y 28 del proceso de compostaje.

Cuadro 5. Proporción de tamaño de partícula de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en el día 7 de compostaje.

Protocolos	Tamaño de partícula			
	Día 7			
	>2.54 cm	>1.905 cm	>1.27 cm	<1.27 cm
Protocolo 1	39.95 %	12.51%	3.29%	44.27%
Protocolo 2	41.65%	10.26%	2.31%	45.80%
p-valor	0.3591	0.1014	0.2005	0.5665
cv (%)	5.93	14.48	34.48	7.92
R <sup>2</sup>	0.14	0.38	0.26	0.06

Cuadro 6. Proporción de tamaño de partícula de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en el día 28 de compostaje.

Protocolos	Tamaño de partícula			
	Día 28			
	2.54 cm	>1.905 cm	>1.27 cm	<1.27 cm
Protocolo 1	25.09%	8.38%	3.01%	63.53%
Protocolo 2	29.38%	7.86%	2.73%	60.04%
p-valor	0.061	0.6344	0.6319	0.1634
cv (%)	9.68	18.10	27.37	5.03
R <sup>2</sup>	0.47	0.04	0.04	0.30

#### 4.2. Parámetros químicos

En el Cuadro 7 se observa los valores de pH de abonos orgánicos procesados con dos factores en estudio: dos protocolos de obtención de microorganismos eficientes de montaña, en el día 1 y 28 de compostaje.

Cuadro 7. pH de abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos en el día 1 y 28 de compostaje.

Protocolos	pH	
	Día 1	Día 28
Protocolo 1	4.70	7.51 b
Protocolo 2	4.57	8.09 a
p-valor	0.0677	0.0062
cv (%)	1.78	2.53
R <sup>2</sup>	0.45	0.74

ab: Letras minúsculas diferentes en columna, muestran diferencias estadísticas entre sí (DGC, 5%)

En el Cuadro 8 se presenta la materia orgánica y materia mineral de abonos orgánicos compostados en el día 1 y 28 con diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos de montaña, las cuales fueron evaluadas en base seca.

Cuadro 8. Materia orgánica y mineral de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos, en el día 1 y 28 de compostaje.

Protocolos	Materia orgánica (%)		Materia Mineral (%)	
	Inicio: día 1	Final: día 28	Inicio: día 1	Final: día 28
Protocolo 1	73.20 ± 0.70	72.69 ± 0.68	26.81 ± 0.70	27.31 ± 0.68
Protocolo 2	71.69 ± 0.30	71.40 ± 0.30	28.31 ± 0.30	28.60 ± 0.30
cv (%)	1.48	1.46	3.9	3.77
p-valor	0.0953	0.1343	0.0953	0.1343
R <sup>2</sup>	0.39	0.33	0.39	0.33

En el Cuadro 9 se detalla los valores de macrominerales y microminerales de abonos procesados con dos protocolos de obtención y activación de microorganismos de bosque natural, dicha muestra se tomó el día 1 antes del proceso de compostaje; las cuales fueron evaluadas en base seca.

Cuadro 9. Concentración de macro y micro minerales al día 1 de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos en base seca.

Protocolos	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P1	1.89	6.86	0.7	1.34	1.75	38.75	1931	542	477
P2	1.66	4.87	0.5	0.82	1.42	32	1526	468	360
p-valor	0.402	0.121	0.193	0.206	0.183	0.303	0.125	0.344	0.108
cv (%)	20.19	26.54	32.52	47.34	19.52	23.95	18.54	20.13	20.81
R <sup>2</sup>	0.12	0.35	0.26	0.25	0.27	0.17	0.35	0.15	0.37

En el Cuadro 10 se detalla los valores de macrominerales y microminerales de abonos procesados con dos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña, dicha muestra se tomó el día 28; las cuales fueron evaluadas en base seca.

Cuadro 10. Concentración de macro y micro minerales de abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos: Muestra a los 28 días.

Protocolos	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P1	1.5	6.26	0.58	0.66	1.45	31.25	1716	487	412
P2	1.92	4.23	0.38	0.78	1.42	27.75	1229	504	343
p-valor	0.237	0.186	0.122	0.334	0.731	0.57	0.212	0.7	0.178
cv (%)	26.62	36.62	34.01	22.35	7.33	27.94	33.49	11.48	16.89
R <sup>2</sup>	0.22	0.27	0.35	0.16	0.02	0.06	0.25	0.03	0.28

#### 4.3. Parámetros productivos

En el Cuadro 11 se muestra el rendimiento productivo de abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña, donde cada ruma fue evaluada con 240 kg de muestra; debido a que 10 kg de cada ruma fueron retirados para los análisis laboratoriales.

Cuadro 11. Rendimiento productivo de abonos orgánicos procesados con diferentes protocolos y cosechados a los 28 días.

Protocolos	Cant. Inicial TCO, kg	Cant. Inicial MS, kg	Cant. Final TCO, kg	Cant. Final MS, kg	Rend. TCO (%)	Rend. MS (%)
Protocolo 1	240	103.48	99.58	67.84	41.49	65.66
Protocolo 2	240	99.26	95.45	61.21	39.77	62.04
p-valor	---	---	---	---	0.532	0.573
cv (%)	---	---	---	---	9.01	13.48
R <sup>2</sup>	---	---	---	---	0.07	0.07

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Parámetros físicos

En el Cuadro 3 se observa que, la temperatura en el día 1 y 28 de compostaje, no fue influenciada ( $p > 0.05$ ) por los protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña. En el día uno es obvio que las temperaturas fueron semejantes, debido a que la acción de los microorganismos no sucede a horas de terminado la elaboración de las rumas; asimismo, en el día 28 también no hubo diferencia de temperatura, lo cual indica que los microorganismos de ambos protocolos tuvieron un mismo comportamiento en el proceso de degradación de los insumos del compostaje.

La generación de temperatura en el proceso de compostaje tiene una estrecha relación con el desarrollo de microorganismos eficientes, debido a que las bacterias al multiplicarse y degradar los insumos del compost generan calor aumentando la temperatura de la ruma (CABRERA *et al.*, 2008)

Sánchez (2015) manifiesta que la temperatura generada en abonos (Estiércol de vacuno + 1 L Microorganismos Eficientes + 19 L H<sub>2</sub>O) alcanzó una temperatura de 38.3 °C a los 28 días, estos resultados son semejantes a las temperaturas de las rumas de ambos protocolos (Protocolo 1: 39.97 °C y Protocolo 2: 40.05 °C). El proceso de compostaje de abonos orgánicos se rige a cuatro fases en relación con la temperatura, donde la fase mesófila es  $< 45^{\circ}\text{C}$ , para la fase termófila es  $>45^{\circ}\text{C}$ , la fase de enfriamiento es  $< 60^{\circ}\text{C}$  y la fase de

maduración considerándose finalizado el proceso de compostaje cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial (BUENO *et al.*, 2008).

Los coeficientes de determinación de las temperaturas en función a los protocolos fueron de 0.07 para el día 1 y 0.0007 para el día 28, indicando que el porcentaje de variación total no está descrita o muy poco descrita por la variación de los protocolos.

Otra de las características físicas importantes para el inicio y final del proceso de compostaje de abonos, es la humedad (Cuadro 4) y se observa ( $p > 0.05$ ) semejante humedad para ambos protocolos, P1: 56.88% y P2:58.64% para el día 1 así como P1:31.97% y P2:35.47% para el día 28. Estos resultados son semejantes a los propuestos por ROMAN *et al.*, (2013) quienes afirman que, la humedad al inicio debe ser entre 50% a 60%, en la fase termofílica debe ser entre 45% a 55% y al final entre 30% a 40%. Además, el rango adecuado de humedad para iniciar el proceso de compostaje es de 50% a 60%, el cual puede ser determinado mediante la prueba al tacto o puño (NRAES, 1999; SOTO *et al.*, 2002) o mediante el método gravimétrico con uso de estufa de ventilación forzada.

Durante el compostaje, los estiércoles y otros desechos deben ser mezclados en proporciones tales que la relación carbono/nitrógeno (C/N), la humedad y la aireación sean adecuadas para que estimulen una actividad microbiana intensiva, que modifique la estructura química y física de los materiales, cambiando la especiación química para que los nutrimentos sean disponibles (HERNADEZ *et al.*, 2013).

Los coeficientes de determinación de la humedad y materia seca en función a los protocolos fueron de 0.09 para el día 1 y 0.08 para el día 28, indicando que el porcentaje de variación total no está descrita o muy poco descrita por la variación de los protocolos.

En el Cuadro 5 y 6 se observa que la proporción de los tamaños de partícula de los abonos compostados no fueron ( $p>0.05$ ) influenciados por los protocolos; lo cual nos indica que no hay diferencia estadística, debido a que el tamaño inicial de las partículas que componen la masa a compostar es una importante variable para la optimización del proceso, ya que cuanto mayor sea la superficie expuesta al ataque microbiano por unidad de masa, más rápida y completa será la reacción. Por lo tanto, el desmenuzamiento del material facilita el ataque de los microorganismos y aumenta la velocidad del proceso (HAUG, 1993)

El tamaño de partícula recomendada al inicio del compostaje es de 5 a 25 cm y cuando inicia la fase termófila como promedio 15 cm y al final del proceso de compostaje  $<1.6$  cm (ROMAN *et al.*, 2013); además, explica que partículas menores a 5 cm pueden compactar la ruma y evitar el ingreso de oxígeno, dificultando el trabajo de los microorganismos y cuando el tamaño de partícula es mayor a 25 cm ocurre dificultad para los microorganismos para iniciar su degradación.

Estas recomendaciones son contrastantes con HAUG (1993), KIEL (1985) y TCHOBANOGOLUS *et al.*, (1994) quienes recomiendan de 1 a 5, 2 a 5 y 2.5 a 2.7 cm, respectivamente. Entretanto, BOULTER (2000) comenta que los

procesos de descomposición de los residuos están mediados por la actividad de los microorganismos.

Los coeficientes de determinación de cuatro tamaños de partículas en el día 7 en función a los protocolos fueron de 0.14, 0.38, 0.26 y 0.06 para tamaños de: >2.54 cm, >1.905 cm, >1.27 cm y <1.27 cm, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita en promedio por un 26% por la variación de los protocolos, con excepción para el tamaño <1.27 cm que no está descrita por la variación de los efectos del protocolo. Entretanto, los coeficientes de determinación de tamaños de partícula >2.54 cm y <1.27 cm en el día 28 en función a los protocolos que fueron de 0.47 y 0.30, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita en promedio por un 38.5% por la variación de los protocolos, con excepción para el tamaño >1.905 cm y >1.27 cm que no está descrita por la variación de los efectos del protocolo.

## 5.2. Parámetros químicos

En el día 1, el pH de las rumas compostadas no fueron ( $p>0.05$ ) influenciados por los protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña; sin embargo, a los 28 días se observa ( $p<0.05$ ) mayor pH (8.09) en el protocolo 2 y menor pH (7.51) para el protocolo 1, posiblemente esto es debido que al final del proceso de compostaje hubo diferencias en cuanto al tipo de microorganismos, sabiendo que los hongos generan mayor pH que las bacterias.

En la fase mesófila el pH disminuye por la acción metabólica de los microorganismos principalmente bacterias sobre la materia orgánica, debido a la producción de aminoácidos, entretanto en la fase termófila el pH se vuelve

alcalino, esto es causado por la degradación de las proteínas y en la fase de enfriamiento el pH comienza a subir hasta alcanzar valores neutros donde se forman los compuestos húmicos (CABRERA *et al.*, 2016)

Asimismo, SANCHEZ (2015) reportó valores de pH (8.4) a los 28 días de evaluación en el T3 (Estiércol de vacuno + 1 L Microorganismos Eficientes + 19 L H<sub>2</sub>O) encontrándose el pH del compost en rangos permisibles al presente trabajo, muy cercano pH (8.09) para protocolo 2 y un pH (7.51) distante para el protocolo 1 en el día 28 del compostaje. Por su parte, LÓPEZ *et al.*, (2001) hace referencia que el pH baja debido a la formación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular, a medida que el proceso avanza el valor del pH aumenta hasta valores aproximados entre 6.5 a 8.5.

Los coeficientes de determinación del pH en el día 1 y 28 en función a los protocolos fueron de 0.45 y 0.74, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita por un 45% y 74% por la variación de los protocolos.

El proceso de compostaje de abono orgánico con diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña ( $p > 0.05$ ) no influyó las proporciones de materia orgánica y materia mineral (Cuadro 8), tanto en el día 1 y 28. También, se observa que, las materias orgánica y mineral no cambiaron entre el día 1 y 28 de compostaje, indicando que tanto la materia orgánica y mineral de los residuos agropecuarios a compostar no se alteran significativamente debido al proceso de compostaje, si no la función es transformar los nutrientes presentes al inicio en nutrientes disponibles para las plantas.

Entretanto, ROMAN *et al.* (2013) afirma que la materia orgánica debe estar en torno de 50% a 70%, el cual es semejante al observado en el ensayo 73.20% y 71.69% para los abonos con los protocolos 1 y 2, respectivamente. Asimismo, PAUL *et al.*, (1996) proponen como aceptables porcentajes de materia mineral entre 10% a 20%.

Los coeficientes de determinación de la materia orgánica y mineral en el día 1 y 28 en función a los protocolos fueron de 0.39 y 0.33, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita por un 39% y 33% por la variación de los protocolos.

En los Cuadros 9 y 10 se reportan las concentraciones de minerales del abono en el día 1 y 28 días de compostaje, en ambos periodos se observa ( $p>0.05$ ) semejantes concentraciones de minerales a pesar de que los protocolos de elaboración de cepa madre y activación de la misma fueron diferentes, posiblemente la concentración de microorganismos eficientes de montaña también se diferenció, éstas no afectaron sobre las concentraciones de macro y micro minerales. Los rangos de los micro minerales determinados en ambos protocolos son semejantes a los reportados por HERNÁNDEZ *et al.*, (2013) quienes determinaron los micro minerales en abonos orgánicos compuestos por vacaza y aserrín con valores de 87, 1326 y 192 ppm, para cobre, hierro y manganeso, respectivamente.

Tanto en el día 1 y 28, las concentraciones de minerales fueron estadísticamente semejante entre los tratamientos aplicados, posiblemente debido a que los insumos utilizados en el proceso de compostaje fueron los mismos. Asimismo, VARGAS *et al.*, (2019) reportó semejante concentración de

minerales en abonos compostados con diferentes fuentes de carbono, este trabajo apenas mostró diferencias numéricas, reportando mayores concentraciones de minerales en abonos compostados con pollinaza frente a coronta de maíz.

Abonos compostados con vacaza reportaron 2.0% de fósforo, 308 ppm de zinc y 422 ppm de manganeso (DURÁN *et al.*, 2007); asimismo, PAUL *et al.*, (1996), proponen como aceptables porcentajes de fósforo de 0.15 a 1.50%. Sin embargo, LEBLANC *et al.*, (2007) estudió la composición mineral de diferentes abonos tipo bocashi y reportaron entre 0.09% a 0.49% de fósforo, 2.09% a 4.22% de potasio, 1.64% a 2.17% de calcio, 0.37% a 1.1% de magnesio, 1720 a 20200 ppm de hierro, 14 a 62 ppm de cobre, 175 ppm de zinc y 200 a 1050 ppm de manganeso; observándose altas diferencias entre trabajos.

PÉREZ *et al.*, (2010) comentan que el abono orgánico con pollinaza tuvo mayor concentración de minerales y a la vez mayor volatilización (21.82%) en relación con abonos con bovinaza y vermicompost; además, indica que la volatilización es mayor en lugares con altas temperaturas provocando mayor pérdida de nitrógeno en forma de amonio ( $\text{NH}_3$ ); entretanto, RAMOS *et al.*, (2014) realizaron un estudio de revisión de composición de minerales de abonos tipo bocashi y observaron 1.74% de nitrógeno, 0.53% de fósforo, 2.15% de potasio, 1.50% de calcio, 0.41% de magnesio, 13,455 ppm de hierro, 31.93 ppm de cobre, 679% de manganeso y 75.70 ppm de zinc.

Sin embargo, cuando se analiza en términos de calidad como la disponibilidad de minerales, MELGAREJO *et al.*, (1997) concluye que, la disponibilidad de nutrientes en los abonos no depende de su contenido total en

el material sino de la dinámica del proceso; así algunos elementos pueden llegar a estar más disponibles por efectos del pH, humedad y aireación o temperatura del proceso de compostaje. Además, indica que los altos valores de coeficientes de variación de datos de minerales pueden deberse a cambios de temperatura en el invernadero o posiblemente a la heterogeneidad de temperatura de la ruma.

Reforzando lo comentado, PÉREZ *et al.*, (2008) concluye que, las características físicas, químicas y biológicas de abonos varían con las condiciones de manejo, tipo de material, condiciones ambientales y proceso de elaboración.

También, CASTRO *et al.*, (2009) comentan que, dos abonos similares pueden reportar diferencias importantes en concentraciones de fósforo, indicando que posiblemente se debe a la utilización de diferentes proporciones de materia prima, así como a cambios en el proceso poniendo en evidencia la necesidad de investigar en el proceso de compostaje; esta posibilidad puede ser aún más sentida cuando se hace uso de microorganismos eficientes de diferentes fuentes, formas de preparación y activación.

Asimismo, el autor y colaboradores comentan que las comunidades microbianas son distintas y diversas en abonos orgánicos con diferentes substratos (Bovianza, Pollaza y Vermicopost), debido a que los microorganismos son diversos con respecto a las clases y número de compuestos orgánicos o inorgánicos que pueden usar como fuentes de carbono y energía. Además, el metabolismo microbiano está influenciado por condiciones ambientales como pH, temperatura, humedad, oxígeno, nutrientes, sustancias tóxicas, etc. Y las

condiciones ambientales que pueden ser limitantes para un grupo de microorganismos puede ser ideal para otros (NOGALES, 2005).

Los coeficientes de determinación de macro y micro minerales en el día 1 en función a los protocolos fueron de 0.35, 0.26, 0.25, 0.27, 0.35 y 0.37, para potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro y manganeso, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita en un rango de 20 a 40% por la variación de los protocolos. Entretanto, los coeficientes de determinación para fósforo, cobre y zinc 0.12, 0.17 y 0.15, respectivamente; indican bajo porcentaje de variación total descrita por la variación de los efectos del protocolo.

Los coeficientes de determinación de macro y micro minerales en el día 28 en función a los protocolos fueron de 0.22, 0.27, 0.35, 0.25 y 0.28, para fósforo, potasio, sodio, hierro y manganeso, respectivamente; indicando que el porcentaje de variación total está descrita en un rango de 20% a 40% por la variación de los protocolos. Entretanto, los coeficientes de determinación para calcio, magnesio cobre y zinc fueron 0.16, 0.02 y 0.03, respectivamente; indicando bajo porcentaje de variación total descrita por la variación de los efectos del protocolo.

### 5.3. Parámetros productivos

En el Cuadro 11 se observa el rendimiento productivo de abonos compostados con microorganismos eficientes de montaña obtenidos y activados con dos protocolos. El rendimiento productivo de abonos ( $p>0.05$ ) no fue influenciada por los diferentes protocolos; sin embargo, numéricamente, el protocolo 1 generó mayor rendimiento en base a materia seca (65.66%) en

relación con el protocolo 2 (62.04%), este mayor rendimiento posiblemente se debe a que los microorganismos generados con el protocolo 1 fueron mayores y más especializados y producto de ello se reportaron mayor temperatura.

Entretanto, VARGAS *et al.*, (2019) determinaron rendimientos de abonos compostados entre 58.03% con tamaños de partículas mayores a base de coronta de maíz y 70.60% para abonos compostados con pollinaza, las diferencias posiblemente están relacionados con los tamaños de partícula, tipo de material y la actividad de microorganismos quienes reducen los tañamos al finalizar el proceso de compostaje.

Los coeficientes de determinación del rendimiento productivo de abono orgánico tal como ofrecido y en materia seca a los 28 días de compostaje y en función a los protocolos fueron de 0.07 y 0.07, indicando bajo porcentaje de variación total descrita por la variación de los efectos del protocolo.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones de ejecución del trabajo se concluye:

- ✓ Se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, sosteniendo que ambos protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña son semejantes en cuanto a las características físicas, químicas y productivas de abonos orgánicos.
- ✓ El pH de los abonos compostados al día 1 fue semejante para ambos protocolos; sin embargo, a los 28 días de compostaje los abonos compostados con el protocolo 2 mostraron mayor valor de pH.
- ✓ Las concentraciones de macrominerales y microminerales de abonos evaluados al día 1 y 28 de compostaje fueron semejantes.
- ✓ El rendimiento productivo en materia natural y materia seca son semejantes para abonos procesados con ambos protocolos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ✓ Evaluar y cuantificar la composición de los microorganismos en la cepa madre, después en la activación y en el abono orgánico a los 28 días de compostaje.
- ✓ El incremento de pH observado en el abono orgánico del protocolo 2 a los 28 días de compostaje, es un indicativo que puede seguir su estudio sobre la disponibilidad de minerales en los abonos orgánicos compostados con diferentes protocolos.
- ✓ Plasmar la investigación a partir del compost a los 28 días, para su uso en la fertilización de cualquier cultivo

## VIII. ABSTRACT

### DIFFERENT PROTOCOLS FOR OBTAINING AND ACTIVATING EFFICIENT MOUNTAIN MICROORGANISMS ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ORGANIC FERTILIZERS

The present research work was carried out in the unit for the use of livestock waste at the Universidad Nacional Agraria de la Selva; located in the Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco department, Peru. The objective was to evaluate the protocols for obtaining and activating efficient mountain microorganisms, with respect to the physicochemical characteristics of organic fertilizers. The creation of organic fertilizer was done through the use of composting, using efficient mountain microorganisms from the BRUNAS forest reserve at the UNAS (acronyms in Spanish); the said process lasted twenty eight days. Two treatments were evaluated, which were: T1 – protocol #1 (traditional) and T2 – protocol #2 (innovative), with four repetitions each and with one experimental unit of 250 kg. The results show that the temperature, humidity, organic matter content and minerals, macro and micro mineral concentrations, were similar ( $p > 0.05$ ) for both protocols at day one and twenty eight; also, the size of the particle and the productive yield were similar ( $p > 0.05$ ) at days seven and twenty eight. At the same time, the pH on day one were similar ( $p > 0.05$ ), nonetheless, the pH on day twenty eight were different ( $p < 0.05$ ), 7.51 for protocol #1 and 8.09 for protocol #2. It is concluded that both protocols for obtaining and activating the efficient mountain microorganisms are similar with respect to the physical, chemical and productive characteristics of the organic fertilizers.

**Keywords:** Efficient mountain microorganisms, protocols, pH

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALAGUER, F. 1999. Los abonos orgánicos 1era edición editorial R. Vicente. Madrid, España. 35 p
- BEJARANO, E. & DELGADILLO, S. 2007. "Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogota "La Modelo" por medio de la utilización de Microorganismos Eficientes". Tesis de grado. Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia. 23p.
- BIOSCA, A. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [En línea]: (<http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132cultivo%20de%20cebolla%20de%20rama%20o%20larga.pdf>., consultado el 4 de noviembre del 2020)
- BOULTER, J; BOLAND, G & TREVORS, J. 2000. Compost: a study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 16, pp. ISSN 1573-0972.
- BUENO, P & DIAZ, M. 2008. Factores que afectan al proceso compostaje. 1ed. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos 97 p.
- CABRERA, M & ROSSI, J.2016. "Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las

áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”. tesis (para optar el título profesional de ingeniería ambiental y agrónomo). lima: universidad nacional agraria la molina.

CANALES, M. 2010. “Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol de vacuno en el centro modelo de tratamiento de residuos de la Universidad Nacional Agraria la Molina” Tesis de grado. Lima.Perú.22p.

CASTRO, A.; HENRÍQUEZ, C & BERTSCH, F. 2009. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. Agronomía Costarricense 33 (1): 31-34.

COCHACHI, E. 2008. “Determinación del efecto de la relación C/N y la humedad en la calidad de compost obtenido a partir del tratamiento de residuos orgánicos del Distrito de San Pedro de Saño mediante el proceso de degradación aerobia a nivel laboratorio”. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.12p.

CORREA, M. 2005. ¿Cuál es la Tecnología de Microorganismos Eficaces? ¿Cómo nos puede ayudar? Publicado en Material del Curso Resistencia: Lecciones de Civilidad. Bogotá. 4 p.

CHAUCA, V. 2014. Proceso de producción y aplicación del producto Microorganismos Eficaces sobre la calidad de compost de residuos orgánicos de mercados de Sapallanga-Huancayo. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú. 45p.

- DURÁN & HENRIQUEZ, 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 31(1):41-51.
- ECOTECNOLOGIAS.2012. Tecnología EM - Microorganismos Eficaces. Municipio Falcón, Tinaquillo, Venezuela
- HAUG, R. 1993. *The practical handbook of compost engineering*. Lewis Publisher. Boca Ratón Florida. 358 p.
- HERNÁNDEZ, O.; HERNÁNDEZ, A.; RIVERA, C.; ARRAS, A & OJEDA, D. 2013. Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. *Terra Latinoamericana*, v. 31, n. 1, 35-46.
- HIGA, T. 2002. *Beneficial and Effective Microorganisms for a sustainable Agricultural and Environmental*. INFRC (International Nature Farming Research Center).
- HIGA, T & PARR, J. 2010. *Manual de uso de EM microorganismos benéficos y eficaces*. Maryland, EE.UU.
- ILIQÚÍN, R. 2014. *Producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y EM-compost*. Tesis para obtener el título de Ing. Agroindustrial. Chachapoyas. Amazonas. 54p.
- INFOSTAT. 2019. *Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Octava Edición, Editorial Brujas Argentina. 318 p.
- INTEC. 1999. *Manual de Compostaje*, Santiago de Chile, 82 p.

- JARAMILLO, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín-Colombia.
- LABRADOR, J. 2002. La materia orgánica en los agroecosistemas, aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agroecosistemas. 2° Edición; España: Mundi-prensa, pp.152-181.
- LEBLANC, H.; CERRATO, M.; MIRANDA, A & VALLE, G. 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. *Tierra Tropical*. 3 (1): 97-107.
- LÓPEZ, M, DÍAZ, E, MARTÍNEZ, R & VALDÉZ, C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* 19 (4), p. 293 - 299.
- MARQUEZ, P.; BLANCO, M & CAPITAN, F. 2008. Factores que afectan al proceso de compostaje. In: *Compostaje* Ed. por Casco, J.; Herrero, R.; Madrid España. p. 76-93.
- MELGAREJO, M; BALLESTEROS, M & BENDECK, M. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales en humus de lombriz y derivados de composta. *Rev. Colombiana Quím.* 26: 2.
- NRAES.1999 (Nature Resource, Agriculture and Engineering Service). *Field guide to on-farm composting*. Cooperative Extensión. Ithaca, NY, USA.
- NOGALES, R.; CIFUENTES, C & BENITEZ, E. 2005. Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. *J. Environ. Sci. Health* 34: 659-573.
- OLIVARES, M.; HERNÁNDEZ, A.; CONTRERAS, C.; JÁQUEZ, J & OJEDA, D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero

- como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 28 (1):27-37.
- PAUL, T & CLARCK, F. 1996. *Soil microbiology and biochemistry*. 2 ed. Academic. 340 p.
- PÉREZ, A.; CÉSPEDES, C & NÚÑEZ, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *J. Soil Sc. Plant Nutr.* 8 (4), (10-29).
- PÉREZ, R.; C., PÉREZ, A & VERTEL, M. 2010. Caracterización nutricional, físicoquímica y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Tumbaga* 2010 | 5 | 27-37.
- RAFAEL, M. 2015. Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. Tesis para optar el título profesional de Ing. Forestal y ambiental. Huancayo. Perú. 15p.
- RAMOS, D & TERRY, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, v. 35, n. 4, pp. 52-59.
- RODRÍGUEZ, C. 2002. “Residuos ganaderos”. *Cursos de Introducción a la Producción Animal*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina. 45p.
- RODRÍGUEZ, M. & ROJAS, J. 2000. Aspectos técnicos en la producción de compost. [En línea]: ([http://www.Caféinternetparaíso.com/ index.ht](http://www.Caféinternetparaíso.com/index.ht), consultado el 6 de setiembre del 2019).

- ROMAN, P.; MARTÍNEZ, M & PANTOJA, A. 2013. Manual del compostaje del Agricultor, Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile, 112p.
- SANCHEZ, F. 2015. Evaluación de la producción de compost con Microorganismos Eficientes en el distrito de Rupa Rupa. Tesis para optar el título de Ing. En recursos naturales renovables mención conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 15 p.
- SÁNCHEZ, M.; ROIG, A.; PAREDES, C & BERNAL, M. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol.*, 78 (3): 301-308.
- SOSORANGA, C. 2018. Elaboración y evaluación de tres tipos de bocashi con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en diferentes upas de la comunidad la matara, Cantón Saraguro. Tesis para optar el título de Ing. Agrícola. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador. 17 p.
- SOTO, G & MUÑOZ, C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost y su empleo en la agricultura. *Manejo Int. Plagas Agroec.* (Costa Rica) 65: 123-129.
- SUHAIMI, M.; CHEW, B. & ONG, H. 2001. Efecto de microorganismos efectivos sobre las características de compostaje de estiércol de pollo. *Rev. J. Trop. Agric. And Fd. Sc.* 29(2): 189–196.

- TCHOBANOGOLUS, G.; THEISEN & VIGIL, V. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. Mc Graw Hill. España. 26p.
- VASQUEZ, E.; SOSORANGA, C.; CHAMBA, M. & MORA, M. 2018. Evaluación química de bocashi con aplicación de microorganismos eficientes en el cantón Saraguro, provincia de Loja. Rev. Bosque latitud cero. Vol. (8) 1:85-95p.
- VARGAS, D. 2018. Caracterización nutricional de abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 10 p.
- VÁZQUEZ, J & LOLI, O. 2018. Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. Scientia Agropecuaria 9(1): 43 – 52.
- VÉRTICE, M.2008. Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos. España.

## **X. ANEXO**

## Anexo 1. Análisis de variancia de Humedad a 1 día

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6.18	1	6.18	0.57	0.4775
Error	64.62	6	10.77		
Total	70.80	7			

R<sup>2</sup>=0.09

## Anexo 2. Análisis de variancia de Humedad a 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	24.43	1	24.43	0.53	0.4944
Error	277.07	6	46.18		
Total	301.50	7			

R<sup>2</sup>=0.08

## Anexo 3. Análisis de variancia de Materia seca a 1 día

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6.18	1	6.18	0.57	0.4775
Error	64.62	6	10.77		
Total	70.80	7			

R<sup>2</sup>=0.09

## Anexo 4. Análisis de variancia de Materia seca a 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	24.43	1	24.43	0.53	0.4944
Error	277.07	6	46.18		
Total	301.50	7			

R<sup>2</sup>=0.08

## Anexo 5. Análisis de variancia de Materia orgánica al día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4.52	1	4.52	3.91	0.0953
Error	6.92	6	1.15		
Total	11.44	7			

R<sup>2</sup>=0.39

## Anexo 6. Análisis de variancia de Materia orgánica al día 28

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3.33	1	3.33	2.99	0.1343
Error	6.67	6	1.11		
Total	10.00	7			

R<sup>2</sup>=0.33

## Anexo 7. Análisis de variancia de Materia mineral al día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4.52	1	4.52	3.91	0.0953
Error	6.92	6	1.15		
Total	11.44	7			

R<sup>2</sup>=0.39

## Anexo 8. Análisis de variancia de Materia mineral al día 28

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3.33	1	3.33	2.99	0.1343
Error	6.67	6	1.11		
Total	10.00	7			

R<sup>2</sup>=0.33

## Anexo 9. Análisis de variancia de Fósforo de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.10	1	0.10	0.81	0.4022
Error	0.77	6	0.13		
Total	0.87	7			

R<sup>2</sup>=0.12

## Anexo 10. Análisis de variancia de Calcio de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.53	1	0.53	2.02	0.2055
Error	1.57	6	0.26		
Total	2.10	7			

R<sup>2</sup>=0.25

## Anexo 11. Análisis de variancia de Magnesio de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.22	1	0.22	2.27	0.1826
Error	0.58	6	0.10		
Total	0.79	7			

R<sup>2</sup>=0.27

## Anexo 12. Análisis de variancia de Potasio de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	7.93	1	7.93	3.27	0.1205
Error	14.55	6	2.42		
Total	22.48	7			

R<sup>2</sup>=0.35

## Anexo 13. Análisis de variancia de Sodio de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.08	1	0.08	2.15	0.1929
Error	0.23	6	0.04		
Total	0.31	7			

R<sup>2</sup>=0.26

## Anexo 14. Análisis de variancia de Cobre de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	91.13	1	91.13	1.27	0.3029
Error	430.75	6	71.79		
Total	521.88	7			

R<sup>2</sup>=0.17

## Anexo 15. Análisis de variancia de Hierro de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	326836.13	1	326836.13	3.18	0.1247
Error	616159.75	6	102693.29		
Total	942995.88	7			

R<sup>2</sup>=0.35

## Anexo 16. Análisis de variancia de Zinc de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	10878.13	1	10878.13	1.05	0.3441
Error	61887.75	6	10314.63		
Total	72765.88	7			

R<sup>2</sup>=0.15

## Anexo 17. Análisis de variancia de Manganeso de abono antes de compostar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	27028.13	1	27028.13	3.56	0.1079
Error	45493.75	6	7582.29		
Total	72521.88	7			

$R^2=0.37$

## Anexo 18. Análisis de variancia de Fósforo en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.36	1	0.36	1.72	0.2371
Error	1.25	6	0.21		
Total	1.61	7			

$R^2=0.22$

## Anexo 19. Análisis de variancia de Calcio en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.03	1	0.03	1.10	0.3337
Error	0.16	6	0.03		
Total	0.19	7			

$R^2=0.16$

## Anexo 20. Análisis de variancia de Magnesio en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	1.4E-03	1	1.4E-03	0.13	0.7312
Error	0.07	6	0.01		
Total	0.07	7			

$R^2=0.02$

## Anexo 21. Análisis de variancia de Potasio en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	8.22	1	8.22	2.23	0.1859
Error	22.12	6	3.69		
Total	30.34	7			

$R^2=0.27$

## Anexo 22. Análisis de variancia de Sodio en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.09	1	0.09	3.24	0.1221
Error	0.16	6	0.03		
Total	0.24	7			

$R^2=0.35$

## Anexo 23. Análisis de variancia de Cobre en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	24.50	1	24.50	0.36	0.5701
Error 4	07.50	6	67.92		
Total	432.00	7			

$R^2=0.06$

## Anexo 24. Análisis de variancia de Hierro en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	473851.13	1	473851.13	1.95	0.2123
Error	1459678.75	6	243279.79		
Total	1933529.88	7			

$R^2=0.25$

## Anexo 25. Análisis de variancia de Zinc en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	528.13	1	528.13	0.16	0.7000
Error	19389.75	6	3231.63		
Total	19917.88	7			

$R^2=0.03$

## Anexo 26. Análisis de variancia de Manganeso en abonos con 28 días de compostaje

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	9453.13	1	9453.13	2.33	0.1781
Error	24384.75	6	4064.13		
Total	33837.88	7			

$R^2=0.28$

## Anexo 27. Análisis de variancia de Rendimiento productivo en materia húmeda

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	5.90	1	5.90	0.44	0.5316
Error	80.40	6	13.40		
Total	86.30	7			

$R^2=0.07$

## Anexo 28. Análisis de variancia de Rendimiento productivo en materia seca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	26.28	1	26.28	0.35	0.5731
Error	444.27	6	74.05		
Total	470.55	7			

$R^2=0.07$



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KENNIT BRYAN HUARACA BAZAN  
 PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ LEONCIO PRADO/ RUPA RUPA  
 MUESTRA DE : VACAZA  
 REFERENCIA : H.R. 70479  
 BOLETA : 3646  
 FECHA : 04/11/19

Nº LAB	CLAVES	Relación C/N
1145	-E25	23.65



Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 Celular: 946 - 505 - 254  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KENNIT BRYAN HUARACA BAZAN  
 PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ LEONCIO PRADO/ RUPA RUPA  
 MUESTRA DE : POLLAZA  
 REFERENCIA : H.R. 70478  
 BOLETA : 3646  
 FECHA : 04/11/19

N° LAB	CLAVES	Relación C/N
1144	-E25	45.91



Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 Celular: 946 - 505 - 254  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KENNIT BRYAN HUARACA BAZAN  
PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ LEONCIO PRADO/ RUPA RUPA  
MUESTRA DE : POLLAZA  
REFERENCIA : H.R. 70478  
BOLETA : 3646  
FECHA : 04/11/19

Nº LAB	CLAVES	Relación C/N	C %	N %
1144	-	45.91	48.21	1.05

*Ing. Braulio La Torre  
Martínez  
Jefe de Laboratorio*

## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KENNET BRYAN HUARACA BAZAN  
PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ LEONCIO PRADO/ RUPA RUPA  
MUESTRA DE : VACAZA  
REFERENCIA : H.R. 70479  
BOLETA : 3646  
FECHA : 04/11/19

Nº LAB	CLAVES	Relación C/N	C %	N %
1145	-	23.65	44.36	1.88

*Ing. Braulio La Torre  
Martínez  
Jefe de Laboratorio*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología**

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE		HUARACA BAZAN KENNIT BRYAN				PROCEDENCIA		UNIDAD DE ABONOS - FACULTAD DE ZOOTECNIA - UNAS RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA							
		Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	Referencia		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME_677	T1R1	46.00	40.27	13.72	74.58	25.42	1.805	0.824	1.746	6.520	0.763	39	1972	522	506
ME_678	T1R2	70.99	21.47	7.54	74.01	25.99	1.870	1.476	2.026	7.863	0.600	41	2028	611	514
ME_679	T1R3	74.13	18.48	7.39	71.45	28.55	2.216	2.077	1.651	6.185	0.664	35	1910	503	441
ME_680	T1R4	71.51	20.72	7.77	72.74	27.26	1.660	0.977	1.583	6.888	0.773	40	1812	530	445
ME_681	T2R1	70.12	21.49	8.39	71.93	28.07	1.325	0.525	1.245	3.682	0.334	24	1390	393	292
ME_682	T2R2	74.13	18.74	7.13	72.43	27.57	1.987	1.149	1.961	6.694	0.785	41	1830	570	466
ME_683	T2R3	77.12	16.31	6.57	71.29	28.71	1.225	0.355	1.048	2.552	0.224	20	960	315	231
ME_684	T2R4	79.34	14.69	5.97	71.12	28.88	2.101	1.269	1.432	6.561	0.649	43	1925	593	452

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND, VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019

RECIBO N° 0600727



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANALISIS DE SUELOS

*Luis G. Mansilla Minaya*  
Ing° Luis G. Mansilla Minaya  
JEFE





## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE		HUARACA BAZAN KENNIT BRYAN				PROCEDENCIA		UNIDAD DE ABONOS - FACULTAD DE ZOOTECNIA - UNAS RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA							
		105°C Humedad	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	Referencia		Hd (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm
ME_735	T1R1	46.61	37.94	15.45	71.05	28.95	1.888	0.764	1.497	5.475	0.494	32	2358	541	479
ME_736	T1R2	45.41	40.52	14.07	74.23	25.77	0.676	0.636	1.439	9.953	0.665	32	1753	517	427
ME_737	T1R3	42.28	41.69	16.03	72.22	27.78	1.705	0.500	1.319	3.960	0.397	26	1228	396	322
ME_738	T1R4	41.63	42.75	15.61	73.25	26.75	1.734	0.755	1.535	5.640	0.772	35	1523	495	419
ME_739	T2R1	46.12	38.47	15.41	71.39	28.61	1.842	0.779	1.318	3.634	0.284	25	1054	469	332
ME_740	T2R2	69.08	21.84	9.08	70.63	29.37	2.407	1.048	1.562	5.285	0.610	22	1693	551	433
ME_741	T2R3	40.53	42.87	16.60	72.09	27.91	1.732	0.592	1.337	3.444	0.298	44	593	540	294
ME_742	T2R4	41.96	41.48	16.55	71.48	28.52	1.715	0.717	1.466	4.554	0.308	20	1577	434	313

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 29 DE DICIEMBRE 2019

RECIBO N° 0601995



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB ANALISIS DE SUELOS

Luis G. Mansilla Minave

Ing° Luis G. Mansilla Minave  
JEFF

