

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ABONOS ORGÁNICOS
COMPOSTADOS CON RESIDUOS AGROPECUARIOS”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

VARGAS HUAMAN DITER

Tingo María – Perú

Agosto – 2018



T
ZOO

Vargas Huamán, Diter

“Caracterización nutricional de abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios.

39 páginas; 08 cuadros; 02 figura; 40 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA | 2. POLLAZA |
| 3. CORONTA DE MAÍZ | 4. RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO |



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 07:30 p.m. del 13 de julio de 2018, para calificar la Tesis titulada "CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ABONOS ORGÁNICOS COMPOSTADOS CON RESIDUOS AGROPECUARIOS" presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias DITER VARGAS HUAMÁN.

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, 17 de julio de 2018.

Dr. Jorge Ríos Alvarado
Presidente

Ing. M. Sc. Eber Cárdenas Rivera
Miembro

Dr. Hugo Huamani Yupanqui
Miembro

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

Copia : Archivo
slcp/sec

DEDICATORIA

A **Dios** por el éxito y la satisfacción de esta investigación, que me entrego los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, obstáculos y oportunidades que se presenta en mi vida.

A mis queridos padres: **VARGAS GUIA, Victor** y **HUAMAN VILLANO, Juana Emperatriz**, por ser uno de mis principales motivos en mi vida por haberme guiado y

A mis hermanos: **Wilson, Mario, Gerber, Sandra y Samira Milagros**, por apoyarme en cada momento difícil de mi vida.

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: Dr. Jorge Rios Alvarado, Ing. MS.c.Eber Cárdenas Rivera y Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, quienes con mucha responsabilidad y dedicación colaboraron para presentar este informe de Tesis.

A la Granja Zootecnia, Administrado por el Ing. Hugo Saavedra Rodríguez, quien dio el soporte económico para la ejecución del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Pollaza (Cama de pollo).....	3
2.2. Coronta de maíz.....	4
2.3. Compostaje.....	7
2.3.1. Preparación de compost.....	8
2.3.2. Microorganismos del suelo.....	8
2.3.3. Microorganismos eficientes.....	10
2.3.4. Principales microorganismos eficientes y su acción.....	10
2.3.5. Relación carbono nitrógeno (C:N).....	11
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	13
3.2. Tipo de investigación.....	13
3.3. Instalaciones, equipos, materiales e insumos.....	13
3.4. Componentes de estudio.....	14
3.4.1. Pollaza.....	14
3.4.2. Coronta de maíz.....	14
3.5. Variable independiente.....	15
3.6. Tratamientos experimentales.....	15
3.7. Croquis de distribución de los tratamientos.....	15
3.8. Diseño y análisis estadístico.....	15
3.9. Variables dependientes.....	16

	3.10. Metodología.....	16
	3.10.1. Proceso de la elaboración de abonos orgánicos...	16
	3.10.2. Proceso de preparación de abonos orgánicos.....	17
	3.10.3. Concentración de macro y micro minerales.....	18
	3.10.4. Proporciones de tamaño de partícula y relación carbono nitrógeno.....	18
IV	RESULTADOS.....	20
V	DISCUSIÓN.....	24
	5.1. Concentración de macro y micro minerales en abonos orgánicos.....	24
	5.2. Concentración de nitrógeno, carbono y relación carbono nitrógeno de abonos orgánicos.....	25
	5.3. Proporción de tamaño de partícula, humedad y temperatura de abonos con dos fuentes de carbono y días de evaluación.....	26
	5.4. Rendimiento productivo de abonos orgánicos.....	29
VI	CONCLUSIÓN.....	31
VII	RECOMENDACIONES.....	32
VIII	ABSTRACT.....	33
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
	ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición nutricional de pollaza con cama de viruta y en función a la cantidad de crianzas con la misma cama.....	4
2	Composición química nutricional de coronta de maíz.....	5
3	Valor nutricional de excretas de pollos parrilleros y vacunos.....	5
4	Concentración de macro y micro minerales de abonos orgánicos compostados con diferentes fuentes de carbono.....	20
5	Concentración de nitrógeno, carbono y relación carbono nitrógeno de abonos orgánicos al inicio y final del compostaje.....	21
6	Proporción de tamaño de partícula grande, humedad y temperatura de abonos compostados con dos fuentes de carbono.....	21
7	Desdoblamiento de fuente de carbono y días de evaluación para la proporción de tamaño grande de partículas.....	22
8	Rendimiento productivo (%) de abonos orgánicos compostados con diferentes fuentes de carbono.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Interacción en función a días de evaluación.....	22
2	Interacción en función a días de evaluación.....	22

RESUMEN

El 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 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, se evaluarón dos tratamientos, con cuatro repeticiones y una ruma de 500 kg como unidad experimental; los tratamientos fueron T1: Abono orgánico compostado con fuente de carbono pollaza y T2: Abono orgánico compostado con fuente de carbono coronta de maíz, donde se evaluaron las concentraciones de minerales, la proporción del tamaño de partícula grande, la humedad, temperatura, las relaciones de carbono y nitrógeno (C:N) y el rendimiento productivo del abono orgánico. Los resultados muestran que las concentraciones de minerales fueron ($p < 0.05$) semejantes para ambos tratamientos; también, la relación C:N al inicio del experimento fue diferente ($p < 0.05$), 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 ($p > 0.05$) 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. Se concluye que, ambos abonos contienen semejante concentraciones de minerales, pero el abono compostado con pollaza presenta mejor relación C:N, menor proporción de tamaño de partícula grande y por lo tanto mejor rendimiento productivo.

Palabras clave: Microorganismos de montaña, Pollaza, Coronta de maíz, Relación carbono nitrógeno.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente, el uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa para limitar el uso de fertilizantes sintéticos, minimizando el impacto ambiental y socio-económico que estos producen, mejorando la productividad de los cultivos que se generan y permitiendo aprovechar residuos orgánicos, los cuales recuperan la materia orgánica del suelo y fijan nutrientes para el suelo, así como la mejora de la capacidad de absorción agua.

Los residuos post cosecha que se generan de la avicultura intensiva y de productores de maíz son: la pollaza y la coronta, respectivamente; estos residuos son fuentes de carbono que muy bien pueden ser parte del proceso de compostaje de otros residuos como la vacaza que son fuentes de nitrógeno para generar abonos orgánicos; entretanto, cuando estos residuos no son adecuadamente manejados pueden causar severos casos de contaminación al medio ambiente, especialmente a los cuerpos de agua.

Además, la demanda actual del abono orgánico va en aumento, debido a su bajo costo en el mercado, alta calidad microbiológica, por los constantes incrementos en los precios de los agroquímicos y las normas internacionales de calidad que deben cumplir las empresas para exportar (CARBONERO, 2016).

En este contexto se genera esta investigación, basada en la inquietud de evaluar: ¿Cuáles son las características nutricionales de abonos orgánicos compostados con pollaza y coronta de maíz como fuentes de carbono?; Para ello se plantea la siguiente hipótesis: El abono orgánico compostado con coronta reporta mejores características nutricionales, esto, será porque la coronta de maíz es bien aprovechado por los microorganismos eficientes de bosque si se suplementan con alimentos ricos en energía, proteínas, minerales especialmente fósforo, para demostrar se plantea los siguientes objetivos.

Objetivo general:

- Evaluar las características nutricionales de los abonos orgánicos compostados con diferentes fuentes de carbono

Objetivos específicos:

- Determinar los niveles de macro y micro minerales Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Nitrógeno (N) y Potasio (k), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Hierro (Fe) de abonos orgánicos compostados con dos fuentes de carbono, pollaza y coronta de maíz.
- Determinar las proporciones de tamaños de partícula, la relación carbono nitrógeno, humedad, temperatura y rendimiento de producción de abonos orgánicos compostados con dos fuentes de carbono, pollaza y coronta de maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Pollaza (Cama de pollo)

En las granjas de pollos parrilleros se define pollaza como “el material compuesto de heces, cama, orina, restos de alimento, mucosa intestinal descamada, secreciones glandulares, microorganismos de la biota intestinal, sales minerales, plumas, insectos, pigmentos, trazas de medicamentos, etc.”. Entre los tipos de cama utilizados tenemos la cascarilla de arroz, viruta o aserrín, paja molida de trigo, avena o sorgo, cascarilla de grano de café (EL SITIO AVÍCOLA, 2011).

La pollaza es un residuo sólido pecuario que se genera en la producción intensiva de pollos y algunos avicultores y procesadores de pollaza definen como una materia prima fundamental, para evitar el uso de productos químicos en la fertilización de suelos y entre sus principales ventajas en comparación con los abonos químicos son: la neutralidad del pH, mejor intercambio catiónico como aniónico en el suelo, retienen entre 80% a 90% de agua, promueve la formación de estructuras finas, ablanda los suelos pesados, actúa en todos los procesos de oxidación y reducción, produce nutrientes en estado inorgánico, además los ácidos del humus cambian la apariencia del suelo, tornándolo oscuro, situación que favorece la retención de calor; todavía, hay la probabilidad de que la pollaza aporte una gran cantidad de microorganismos benéficos capacitados para degradar los carbohidratos (ORTIZ, 2004).

La composición de la pollaza depende de la alimentación de las aves, que puede ser más o menos ricos en nitrógeno y que varía en cada una de las etapas de su vida productiva, el contenido de proteína de la pollaza varía según el tipo de cama que se utiliza, pero se encuentra en un rango de 17.2% a 22.7%. El 50% del nitrógeno presente en la pollaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco más bajo en arginina, lisina, metionina y cistina. También, el calcio se encuentra en orden de 3% y el fósforo de 1.5%, el alto contenido de calcio constituye una limitante nutricional de la pollaza, se sabe que el valor máximo de calcio en una dieta no debe exceder el 2%, en condiciones prácticas esto no debe ser mayor de 1.5%; en el Cuadro 1 se presenta la composición nutricional de la pollaza (ORTIZ, 2004).

Cuadro 1: Composición nutricional de pollaza con cama de viruta de madera y en función a la cantidad de campañas de crianza con la misma cama

Tipos de camas	MS (%)	N (%)	FB (%)	Ca (%)	P (%)
Viruta de madera (1 crianza)	89	1.60	42	-	-
Viruta de madera (2 crianzas)	71	2.08	38	1.7	1.07
Viruta de madera (3 crianzas)	69	2.56	33	2.8	0.87

MS: Materia seca, N: Nitrógeno, FB: Fibra bruta, Ca: Calcio y P: Fósforo; Fuente: ORTIZ (2004).

2.2. Coronta de maíz

Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco, también conocido con nombres de: olote, chócolo, marlo, tusa, zuro; su composición química nutricional se detalla en el Cuadro 2.

Asimismo, en el Cuadro 3 se presentan los valores de macro y micro minerales en excretas de pollos parrilleros y vacunos.

Cuadro 2. Composición química nutricional de coronta de maíz

Nutrientes	Valores
Nitrógeno total, %	0.31
Proteína total, %	1.94
Fibra cruda, %	35.00
Calcio, %	0.11
Fósforo total, %	0.04
Nutrientes digestibles totales, %	47.00

Fuente: NRC (1998).

Cuadro 3: Valor nutricional de excretas de pollos parrilleros y vacunos

Composición mineral	Excreta de pollos parrilleros	Excreta de vacunos
Nitrógeno total, %	5.08	12.70
Ceniza, %	15.00	16.10
Calcio, %	2.40	-
Fósforo, %	1.80	-
Magnesio, %	0.44	-
Sodio, %	0.54	-
Potasio, %	1.78	-
Hierro, ppm	451	-
Cobre, ppm	98	63
Manganeso, ppm	225	-
Zinc, ppm	235	530

Fuente: FONTENOT (1999).

TERLEIRA (1974) comenta que el nivel nutricional de la coronta, está relacionado con la cantidad de residuos de maíz sobrante en la mazorca, observándose los siguientes valores nutricionales: Nitrógeno total: 0.6%, Calcio: 0.01%, Fósforo: 0.02% y Nutrientes digestibles totales: 50.4%.

IGNACIO (1981) menciona que el valor nutritivo de la coronta es dependiente de la zona de producción, además del resultado de desgranado, en los cuales logro encontrar lo siguiente: Nitrógeno total: 0.6%, Calcio: 0.02%, Fósforo: 0.02%, Ceniza: 0.30%, Fibra bruta: 31.3% y Nutrientes digestibles totales: 50.0% (LATÍN AMERICAN TABLES OF FEED, 1980).

La coronta de maíz, es un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal, en base seca está compuesto por celulosa (45%), hemicelulosa (35%) y lignina (15%), de los cuales la hemicelulosa se compone mayoritariamente por xilano de coronta (28 a 35% base seca) uno de los heteroxilanos complejos que contiene residuos de xilosa con enlaces β -1,4 (SAHA Y BOTHAST, 1999). El xilano de coronta de maíz se compone principalmente de xilosa (48% a 54%), arabinosa (33% a 35%), galactosa (5% a 11%) y ácido glucurónico (3% a 6%).

La coronta del maíz se encuentra entre las fuentes de recursos no maderables con un alto contenido de xilanas, por lo que ha sido considerado de interés como fuente alternativa de diferentes compuestos químicos de interés comercial o industrial, entre otras fuentes de biomasa. La coronta es un residuo o subproducto agrícola que se genera en grandes cantidades en el proceso de separación del grano de la mazorca y se estima que por cada tonelada de maíz se obtienen 170 kg de coronta, es importante señalar que el término residuo hace alusión a aquellas materias originadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado, en el contexto en que se producen, ningún valor económico; ello puede deberse tanto a la falta de tecnología adecuada para su transformación y aprovechamiento, así como a la existencia de un limitado mercado para los productos recuperados (CORDOBA et al., 2013).

En el 2010 la producción mundial de maíz fue de 844 millones de toneladas, del cual se estimó que se generan alrededor de 144 millones de toneladas de coronta por año. En este sentido, el uso o aplicación química la coronta ha estado muy restringido debido a la dificultad que existe para acceder a sus componentes (carácter recalcitrante) e incompleta caracterización química, así como la valoración de sus principales productos (lignina, celulosa y hemicelulosas). Estos aspectos han limitado su utilización y conducido a la quema; la coronta como recurso o al esparcimiento de sus residuos a la intemperie, generando un problema de contaminación ambiental (FAOSTAD, 2012).

Entre los usos de la coronta que han sido reportados en la literatura se encuentran la aplicación como forraje para rumiantes, soporte para disminuir la erosión en la tierra y también como sustratos para la producción de la enzima xilanas (RADLEIN et al., 1997); sin embargo, hay pocos reportes en la literatura sobre su uso potencial para la obtención de compuestos orgánicos como los abonos (CÓRDOBA et al., 2010).

Por otro lado, el alto contenido de hemicelulosas (34%) de la coronta, del cual aproximadamente el 94% corresponde a xilanas, hacen muy atractivo este residuo para el desarrollo de fertilizantes nitrogenados con acción prolongada o de lenta liberación (MARTÍNEZ et al., 1992).

2.3. Compostaje

El compostaje o "composting" es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. La práctica

del compostaje permite obtener un producto libre de gérmenes patógenos y de olores, con gran cantidad de sustancias húmicas similares a las del suelo y más fácil de manejar y de distribuir a campo que el estiércol fresco. (UNR, 2009).

La descomposición hace referencia a la destrucción (desintegración) de compuestos orgánicos de origen animal, microbiano o vegetal. Este proceso realiza la fragmentación de partículas de un tamaño mayor en otras cada vez menores, hasta que los componentes estructurales (incluidos los celulares) no son ya reconocibles. La descomposición constituye un proceso ecosistémico de importancia comparable a la producción primaria, de hecho, un ecosistema necesita básicamente sólo productores y descomponedores para existir indefinidamente (ÁLVAREZ, 2005).

2.3.1. Preparación de compost

La preparación de abono orgánico mediante el proceso de compostaje requiere la intervención de microorganismos especializados, apropiada relación de carbono y nitrógeno de los insumos a compostear, adecuada humedad de la mezcla a compostear (50% a 60%) e intervención de aditivos (ceniza y carbón molido) para tener éxito con el proceso de compostaje. El proceso de compostaje se desarrolla en un lapso de 21 días, cuando el tamaño de las partículas de los insumos es pequeño; sin embargo, si el tamaño es grande el proceso de compostaje puede extenderse hasta 30 días (ROMAN et al., 2013).

2.3.2. Microorganismos del suelo

Los microorganismos en el suelo son como co-responsables del suministro de elementos o compuestos inorgánicos nutricionales, orientados

particularmente hacia las plantas superiores (de modo de poder cumplir con su ciclo de vida a través del crecimiento y desarrollo), así como su función también específica de descomponer y mineralizar la materia orgánica que de una u otra forma se incorpora al suelo. Las bacterias son el grupo más importante de organismos del suelo, en el cual, en condiciones favorables, alcanzan números extraordinariamente elevados (GIARDINA, 2010).

El suelo es un recurso viviente y dinámico que condiciona la producción de alimentos, no sólo es la base para la agricultura, sino que de él depende toda la vida del planeta. La mayor parte de las etapas de los ciclos biogeoquímicos tienen lugar en él. La actividad microbiana del suelo (o edáfica) da cuenta de las reacciones bioquímicas que se suceden dentro de este complejo y heterogéneo sistema (GARCÍA, 2011).

Los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo (GALLARDO, 2011).

Un suelo agrícola que no es proporcionado de materia orgánica, a través del tiempo, va perdiendo la cantidad de nutrientes en el suelo debido a la absorción continua de nutrientes por parte de la especie de cultivo establecido, debido a que la materia orgánica del suelo aumenta el contenido en nutrientes del suelo (GARRIDO, 1994)

Los suelos tropicales presentan valores de pH ligeramente a fuertemente ácidos (< 6.4). El pH del suelo significativamente afecta la disponibilidad de nutrir plantas y microorganismos. A bajos pH se puede observar que el Al, Fe y Mn son solubles siendo tóxicos para las plantas, pero a medida que el pH incrementa la solubilidad de estos minerales decrece y ocurre la precipitación de éstos. El valor del pH puede disminuir debido al uso frecuente de pesticidas y aplicación de fertilizantes; sin embargo, esto puede reducirse con la inclusión de materia orgánica (MEJÍA, 2011). En suelos tropicales encontramos valores de nitrógeno total entre 0.1% a 0.4%, fósforo con valores menores de 15 ppm y potasio (K₂O) con valores menores de 250 kg/ha (JIMÉNEZ, 2007).

2.3.3. Microorganismos eficientes

Microorganismos eficientes, es una combinación de microorganismos benéficos, esta tecnología fue desarrollada por Teruo Higa, Ph. en Okinawa, Japón, a comienzos de los años sesenta, el profesor comenzó la búsqueda de una alternativa para reemplazar los fertilizantes y pesticidas sintéticos; inicialmente, los ME fueron utilizados como un acondicionador de suelos, hoy en día los ME son usados para producir alimentos de altísima calidad, también para el manejo de desechos sólidos generados por la producción agropecuaria, mataderos y municipalidades (APROLAB, 2007).

2.3.4. Principales microorganismos eficientes y su acción

Los microorganismos eficientes contienen más de 80 microorganismos, entre los que destacan: Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*), éstas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de

las secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases nocivos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía, Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) producen ácido láctico y tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades, Levaduras (*Saccharomyces spp*) sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, materia orgánica y raíces de las plantas (SHINTANI, 2000).

2.3.5. Relación carbono nitrógeno (C:N)

La relación C:N describe la relación de peso de carbono orgánico y nitrógeno en un material orgánico. Los microorganismos, como todos los organismos vivos, necesitan carbono y relativamente poco nitrógeno para vivir. Si reciben esos elementos en una relación correcta, se reproducen rápidamente y consecuentemente, la descomposición de la materia orgánica también se acelera. La relación C:N óptima durante el inicio del proceso del compostaje de residuos, es de 25 hasta 35. Si la relación es más alta, la descomposición es más lenta (MARQUEZ et al., 2008).

Si la relación es menor a 20 durante el compostaje, se podría producir amoníaco gaseoso, lo cual no solamente daña al medio ambiente sino también empeora la calidad del compost. Teniendo materia prima con una relación C:N mayor a 30 se puede añadir nitrógeno (por ejemplo: en forma de estiércol líquido, urea, lodo de depuradora) para acelerar la descomposición. El compost maduro debería tener una relación C:N menor a 20. El compost es mejor abono, cuando lleva más porcentaje de nitrógeno (BACKHUS, 2011). También, FAO (2013) recomienda usar la siguiente fórmula para determinar la relación Carbono

Nitrógeno, donde: Q es la cantidad de material a adicionar, C y N Carbono y

Nitrógeno en peso, y M la humedad en peso del material, cuya fórmula es:

$$Q_2 = \frac{Q_1 \times (C_1 \times (100 - M_1) + Q_2 \times (C_2 \times (100 - M_2) + Q_3 \times (C_3 \times (100 - m_3) + .}{Q_1 \times (N_1 \times (100 - M_1) + Q_2 \times (N_2 \times (100 - M_2) + Q_3 \times (N_3 \times (100 - m_3) + .}$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Agropecuarios de la Facultad de Zootecnia y en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, ambas 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 situada a 09°17'05" latitud sur, 76°01'07" longitud oeste, a una altitud de 660 m.s.n.m y ecológicamente considerada como bosque húmedo pre montano tropical; con una temperatura promedio anual de 24.8 °C y una humedad relativa media de 80%, con una precipitación pluvial de 3,660 mm (UNAS, 2010). La fase experimental tuvo una duración de seis semanas, que fue entre enero y febrero, del 2016.

3.2. Tipo de investigación

Este trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Instalaciones, equipos, materiales e insumos

Fue utilizado un ambiente techado de 600 m², con piso de cemento, techo de calamina y pared compuesto por: 1.5 m de cemento y 1.5 m con malla

metálica, con una orientación de Norte a Sur; perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Los equipos utilizados fueron: termómetro, espectrofotómetro de absorción atómica, destilador, estufa y mufla; entretanto, los materiales utilizados fueron: picos, palas, machetes, azadones, bidón de plástico con tapa hermética y costales y los insumos utilizados fueron: cama de pollo, coronta de maíz, vacaza, polvillo de arroz, melaza de caña de azúcar, leche fresca, levadura de pan, carbón molido y ceniza.

3.4. Componentes de estudio

3.4.1. Pollaza

La pollaza para el presente trabajo fue producto de la crianza de 1000 pollos parrilleros durante 35 días y la cama a base de viruta de madera tropical; realizados en la Facultad de Zootecnia, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva; la alimentación de los pollos fue a base de maíz y soja suplementada con ingredientes aportantes de minerales y aceite. Una muestra de la pollaza, fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos - Facultad de Agronomía, donde se obtuvo los siguientes resultados: 38.1% de carbono y 0.72% de nitrógeno y una relación C:N de 52.91%

3.4.2. Coronta de maíz

Las mazorcas de maíz fueron recolectadas del centro de Producción Tulumayo de la Facultad de Zootecnia, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), localizado en el distrito de José Crespo y Castillo, luego fueron transportados a las instalaciones de la Granja Zootecnia de

la Facultad de Zootecnia - UNAS, localizado en la Ciudad de Tingo María, donde fue desgranado, quedando como residuo la coronta y restos de maíz. Luego fue trasladado a la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Agropecuarios.

Una muestra fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía, donde se obtuvo los siguientes resultados: 44.49% de Carbono y 0.88% de nitrógeno, con una relación C:N de 50.56%.

3.5. Variable independiente

Fuente de carbono (pollaza y coronta de maíz).

3.6. Tratamientos experimentales

T1: Abono orgánico composteado con fuente de carbono pollaza

T2: Abono orgánico composteado con fuente de carbono coronta.

3.7. Croquis de distribución de los tratamientos

T1R1	T2R2	T1R3	T2R4
T2R1	T1R2	T2R3	T1R4

3.8. Diseño y análisis estadístico

Las rumas de compostaje, se distribuyeron en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y cuatro repeticiones y los análisis de variancia se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2016). Las variables: tamaño de partícula, humedad y temperatura de compost fueron analizados con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 X 3 (2 fuentes de carbono y tres momentos de evaluación) y las comparaciones se realizaron con el test de Duncan 5%.

3.9. Variables dependientes

- Concentración de macrominerales, %: Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Nitrógeno (N) y Potasio (k).
- Concentración de microminerales, ppm: Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Hierro (Fe).
- Proporciones de tamaños de partícula, %
- Relación carbono nitrógeno, % y Humedad, %

3.10. Metodología

3.10.1. Proceso de la elaboración de los abonos orgánicos

Metodología para la preparación de abonos orgánicos.-

La preparación de abonos orgánicos mediante el proceso de compostaje, requiere la intervención de microorganismos especializados para degradar los residuos agropecuarios del compostaje. Los microorganismos utilizados fueron del bosque reservado Brunas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que fue utilizada en el compostaje previo al proceso de 3 etapas:

Etapa 1: Proceso para la obtención de cepa madre, donde se colectó 90 kg de mantillo de bosque, luego se trasladó a la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Agropecuarios, para el mezclado con melaza de caña, agua no clorada y polvillo de arroz y su almacenamiento en bidón con tapa hermética por 30 días.

Etapa 2: Consistió en la activación de los microorganismos eficientes, donde se utilizaron: microorganismos del bosque, leche fresca, melaza de caña, levadura fresca para pan y agua no clorada almacenadas en un bidón con tapa hermética, pero con sistema de biodigestor, esta etapa tuvo una duración

de 15 días. La etapa 3: consistió en el uso de la cepa activada a una dosis de 20 litros de cepa por 500 kg de sustrato para el proceso de compostaje de residuos agropecuarios.

3.10.2. Proceso de preparación de abonos orgánicos

El compostaje con pollaza y coronta como fuente de carbono, tuvo el siguiente proceso:

1. Se pesó y extendió a una altura de 15 cm, 360 kg de vacaza (excretas de vacunos productoras de leche con restos de tallos de pasto *Echinochloa polystachya*).
2. Sobre esta capa, se adicionaron homogéneamente 10 kg de carbón molido y en seguida 5 kg de ceniza.
3. Sobre la capa de carbón y cenizas para el primer tratamiento se adicionó homogéneamente 125 kg de pollaza y para el segundo tratamiento 125 kg de coronta.
4. Todos los sustratos colocados en capas, se mezclaron homogéneamente.
5. Nuevamente, se extendió la mezcla a una altura de 25 cm y se adicionó los microorganismos eficientes (20 L) mezclado con 5 kg de melaza, en seguida se procedió a mezclar con la ayuda de las palas y se hizo una ruma de un metro de altura.
6. En seguida se tomó la temperatura de la ruma en tres distintos lugares, el cual se continuaron diariamente, hasta los 21 días.
7. Cuando la temperatura pasaba más de 55 °C se realizaba el volteo.
8. Cumplido los 21 días, se tomaron una muestra de cada ruma y fue enviada al Laboratorio de Suelos de La Facultad de Agronomía, para su

determinación de macrominerales, microminerales y relación carbono nitrógeno; las evaluaciones de costos de producción y tamaño de partícula se llevó a cabo en la Unidad de Aprovechamiento de residuos agropecuarios de la Facultad de Zootecnia.

3.10.3. Concentración de macro y micro minerales

Fueron tomados una muestra de 200 g de abono de cada ruma (8 muestras), luego se llevaron al Laboratorio de Suelos, donde se deshidrataron con estufa de ventilación forzada a 60 °C, para su posterior molienda, en seguida cada muestra fue calcinada en horno mufla a 500 °C por 8 horas, hasta la obtención de un residuo blanco (o gris claro), en seguida las muestras calcinadas fueron tamizadas con agua pura y en el sobrenadante fueron determinados las concentraciones de macro y micro minerales mediante el espectrofotómetro de absorción atómica.

Entretanto, las determinaciones de fósforo se realizaron mediante el método de colorimetría con uso de un espectrofotómetro UV y las concentraciones de nitrógeno se realizaron mediante el método de Kjeldahl (1883), el cual determina el nitrógeno orgánico total.

3.10.4. Proporciones de tamaños de partícula y relación carbono nitrógeno

Para evaluar los tamaños de partícula, al inicio y final del proceso de compostaje se tomaron muestras de tres kg de cada ruma, los cuales fueron tamizados con zaranda de 1 pulgadas. Para la evaluación de la relación C:N, se tomaron muestras de 50 g de cada ruma, en seguida fueron enviados al

laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía donde se determinaron los contenidos de carbono y nitrógeno. La relación carbono nitrógeno está representado por la siguiente formula:

$$RC:N = \frac{C}{N}$$

Donde:

C= Carbono, %

N= Nitrógeno, %

R C:N= Relación Carbono Nitrógeno.

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 4 se detallan las concentraciones de macro minerales P: Fósforo, K: Potasio, Na: Sodio y Ca: Calcio y micro minerales Cu: Cobre, Fe: Hierro, Zn: Zinc y Mn: Manganeso, en dos abonos orgánicos compostados con dos fuentes de carbono (pollaza y coronta de maíz).

Cuadro 4. Concentración de macro y micro minerales en abonos orgánicos compostados con diferentes fuentes de carbono

Abonos	P, %	K, %	Na, %	Ca, %	Mg, %	Cu, ppm	Fe, ppm	Zn, ppm	Mn, ppm
Pollaza	0.43	0.56	0.06	0.28	0.26	17.48	250.2	60.7	175.5
Coronta	0.35	0.48	0.05	0.18	0.21	16.18	192.0	41.4	135.4
p-valor	0.33	0.45	0.30	0.15	0.25	0.50	0.37	0.12	0.40
CV (%)	27.5	28.2	32.0	36.8	23.3	15.1	38.3	29.7	40.0

En el Cuadro 5 se muestran las concentraciones de nitrógeno, carbono y las relaciones C:N al inicio y final del proceso de compostaje con dos fuentes de carbono (pollaza y coronta de maíz), compostados con microorganismos eficientes de montaña, durante 21 días, bajo condiciones tropicales.

Cuadro 5. Concentraciones de nitrógeno, carbono y relación carbono nitrógeno de abonos orgánicos al inicio y final del compostaje

Abonos	Nitrógeno, %	Carbono, %	Relación C:N inicial	Relación C:N final
Pollaza	1.85 a	38.41	20.82 a	8.33
Coronta	1.54 b	39.19	25.63 b	9.92
p-valor	0.003	0.643	0.016	0.084
CV (%)	5.42	5.79	8.75	11.83

En el Cuadro 6 se verifica las proporciones de los tamaños de partícula, la humedad y la temperatura del proceso de compostaje con dos fuentes de carbono y en diferentes edades del compost. También, en las Figuras 1 y 2 se muestran los efectos de la interacción entre las fuentes y los días de evaluación del compost.

Cuadro 6. Proporción de tamaño de partícula grande, humedad y temperatura de abonos compostados con dos fuentes de carbono

Factores	Tamaño de partícula, %	Humedad %	Temperatura °C
Fuente carbono	0.0001	0.2790	0.0001
Días de evaluación	0.0001	0.0001	0.1010
Inter. FC x DE	0.0063	0.9514	0.0681
CV (%)	7.43	7.70	15.43
Fuente de carbono			
Pollaza	41.74 a	55.73	40.84
Coronta	50.92 b	53.81	42.61
Días de evaluación			
1	64.67 c	64.84 c	32.48 c
11	49.38 b	55.73 b	50.19 a
21	24.93 a	43.74 a	42.50 b

En el Cuadro 7 se muestran el desdoblamiento de la interacción de los factores en estudio (fuente de carbono y días de evaluación) para la proporción de tamaños grandes de partículas de abonos compostados.

Cuadro 7. Desdoblamiento de fuente de carbono y días de evaluación para la proporción de tamaño grande de partículas

Fuente de carbono	Días de evaluación		
	Día 1	Día 11	Día 21
Pollaza	62.26 aC	46.25 B	16.70 aA
Coronta	67.08 bC	52.50 B	33.17 bA

ab: Letras minúsculas diferentes en columna, muestran diferencias estadísticas entre si (Duncan, 5%).
AB: Letras mayúsculas diferentes en línea muestran diferencias estadísticas entre si (Duncan, 5%).

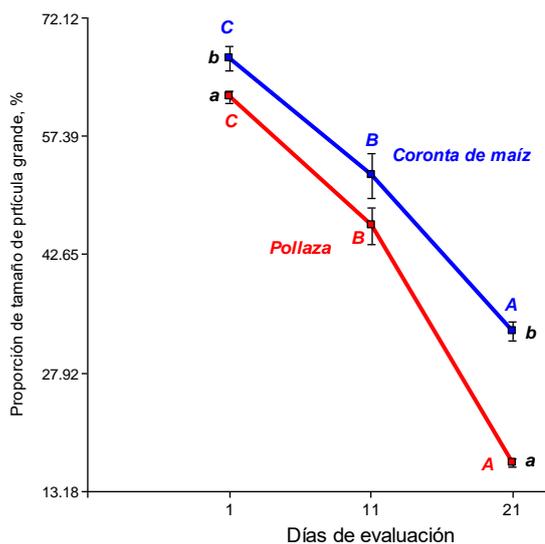


Figura 1. Interacción en función a días de evaluación

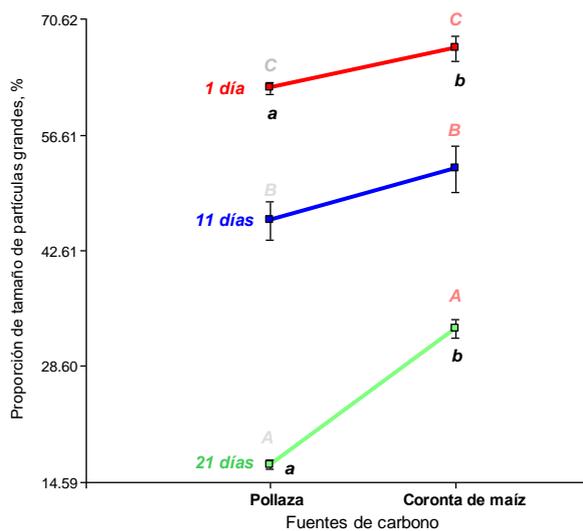


Figura 2. Interacción en función a días de evaluación

En el Cuadro 8 se muestra el rendimiento productivo total, en base a materia seca y el rendimiento post cosecha de abonos compostados con dos fuentes de carbono.

Cuadro 8. Rendimiento productivo (%) de abonos orgánicos compostados con diferentes fuentes de carbono

Abonos	Rendimiento total TCO	Rendimiento total MS	Rendimiento post cosecha
Pollaza	37.07 a	59.30 a	70.60 a
Coronta	25.44 b	40.69 b	58.03 b
p-valor	0.024	0.024	0.003
CV (%)	5.82	5.83	1.03

V. DISCUSIÓN

5.1. Concentración de macro y micro minerales en abonos orgánicos

Las concentraciones de macro y micro minerales en abonos orgánicos, no fueron influenciados ($p > 0.05$) por el uso de diferentes fuentes de carbono, como la pollaza y coronta de maíz en el proceso de compostaje (Cuadro 5); numéricamente, el abono compostado con pollaza reportó mayor concentración de macro y micro minerales en relación a aquella que fue compostada con coronta de maíz.

Mayores concentraciones de macro y micro minerales, podrían estar relacionados a la pollaza, que consistió de viruta de madera, excretas de un lote de 1000 pollos parrilleros criados durante 35 días, plumas y desperdicio de alimento; nutricionalmente, la presencia de plumas, excretas y desperdicio de alimento en la pollaza se expresa con mayores concentraciones de elementos minerales; esto puede ser corroborado por ORTIZ (2004) quien reporta una concentración de 1.6% de nitrógeno en pollaza, con una sola crianza.

También, CINA (1993) reportó 3.49% de calcio y 1.53% de fósforo y 43 ppm de cobre en pollaza con cama a base de viruta de madera; entretanto, cuando se hace uso de coronta de maíz, se reporta menor concentración de minerales a excepción de fósforo que contiene 1.59%. Estos resultados, indican que la coronta de maíz presenta menor concentración de minerales comparado a

la viruta de madera y mayores concentraciones de carbohidratos como celulosa (45%), hemicelulosa (35%) y lignina (15%), también se reconoce que el del total de hemicelulosa de 28 a 35% corresponde a xilano (SAHA Y BOTHAS, 1999).

5.2. Concentración de nitrógeno, carbono y relación carbono nitrógeno de abonos orgánicos

Las concentraciones de nitrógeno total en abono compostado con pollaza, fue mayor ($p < 0.05$) en relación al abono compostado con coronta; entretanto, la concentración de carbono fue ($p > 0.05$) semejante entre los abonos compostados con dos fuentes de carbono: pollaza y coronta de maíz. Mayores niveles de nitrógeno, posiblemente se deben a la presencia de excretas, plumas y desperdicio de alimento contenidas en la pollaza (VARGAS Y MATA, 1993), en cambio la coronta de maíz fue incluida como tal.

La relación C:N de abonos compostados al inicio (día 1), fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de dos fuentes de carbono en el proceso de compostaje, observándose menor relación de C:N (20.82) en abono con pollaza y mayor en abono con coronta (25.63); entretanto, la relación C:N al final del proceso de compostaje no fue influenciada ($p > 0.05$) por la incorporación de dos fuentes de carbono, reportando 8.33 para abono con pollaza y 9.92 para abonos compostados con coronta de maíz.

Se destaca que, la relación C:N está influenciada por las concentraciones de nitrógeno total y carbono orgánico de los componentes del abono, que en este caso el abono compostado con pollaza mostró mejor relación posiblemente debido a concentraciones adecuadas de nitrógeno y carbono reportados al inicio del compostaje, favoreciendo la acción de los microorganismos

eficientes que utilizan 30 partes de carbono por cada uno de nitrógeno (MARQUEZ et al., 2008); entretanto, el abono con coronta de maíz muestra deficiencia de nitrógeno y mayor concentración de carbono, indicando que la relación a pesar de estar dentro del rango normal para inicio del compostaje, el abono con pollaza es mejor en función a la relación C:N.

También, es importante indicar que la relación C:N de insumos para el proceso de compostaje con microorganismos eficientes, al inicio del compostaje es entre 25 a 30 y cuando culmina el proceso (21 a 28 días) se reduce a menos de 10 (MÁRQUEZ et al., 2008). En el presente ensayo se observa claramente, que la relación C:N se reduce de 20.82 a 8.33 para abonos compostados con pollaza y de 25.63 a 9.92 para abonos compostados con coronta de maíz. Cabe indicar que, las relaciones de C:N estándar para procesos de compostaje es de 25 a 35 (JHORAR et al., 1991).

5.3. Proporción de tamaño de partícula, humedad y temperatura de abonos con dos fuentes de carbono y días de evaluación

La proporción de tamaño de partícula mayores a una pulgada, fue influenciada ($p < 0.05$) por el factor fuente de carbono (pollaza y coronta de maíz) y por los momentos de evaluación (1, 11 y 21 días); además, mostró interacción ($p < 0.05$) entre los factores estudiados (Figura 1). La figura nos muestra que a mayor tiempo de compostaje se reduce gradual y significativamente la proporción de partículas grandes a una pulgada para abonos compostados con pollaza y coronta de maíz; esta reducción posiblemente se debe a la acción de los microorganismos eficientes, que inician el proceso de compostaje y a mayores días de acción, reducen el tamaño de las partículas de los insumos del abono.

De acuerdo a la Figura 2, en el día 1 y 21 del proceso de compostaje hubo ($p < 0.05$) mayor proporción de partículas mayores a una pulgada en abonos compostados con coronta de maíz; menor proporción de partículas mayores a una pulgada en abonos con coronta de maíz a los 21 días, podría deberse a que en el día 1 la proporciones de tamaños fueron diferentes siendo mayor proporción en el abono con coronta; esto debido a que la coronta como tal no fue molida por el costo de molienda y al momento del desgranado apenas fue partido; en cambio, la viruta de madera fue de tamaño pequeño y las haces presentan partículas mucho más pequeñas. Sin embargo, a los 11 días ambos abonos presentaron ($p > 0.05$) semejante proporción de partículas mayores a una pulgada (Figuras 1 y 2).

También, MARQUEZ et al. (2008) comentan que el tamaño inicial de las partículas que componen los ingredientes a compostar, es una importante variable para la optimización del proceso, ya que cuanto mayor es 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. Las dimensiones de los tamaños de partícula consideradas óptimas son distintas según los criterios de autores, variando entre 1 y 5 cm (HAUG, 1993), entre 2 y 5 cm (KIEHL, 1985) o entre 2.5 y 2.7 cm (TCHOBANOGOLUS et al., 1994).

La humedad del abono compostado con dos fuentes de carbono ($p < 0.05$) fue semejante, 55.73% y 53.81%, respectivamente; entretanto, cuando se evaluó en función a los días de evaluación se observa gradualmente ($p < 0.05$) menor humedad del abono cada vez que tiene más días de compostado. MARQUEZ et al. (2008) comentan que la humedad en el proceso de compostaje

es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de las reacciones que se desarrollan durante dicho proceso. También, HAUG (1993), MADEJON et al. (2002) Y JERIS et al. (1973) consideran que la humedad de los componentes es la variable más importante en el compostaje y ha sido calificado como un importante criterio para la optimización del compostaje.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano es entre 50% a 70%, la actividad biológica decrece mucho, cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso (MARQUEZ et al., 2008).

La temperatura del abono compostado con pollaza fue semejante ($p > 0.05$) comparado al compostado con coronta de maíz (40.84 y 42.61 °C, respectivamente); cuando se analizó en función a los días de evaluación, se observan ($p < 0.05$) los efectos de los días de evaluación; observándose, menor temperatura al día 1 con 32.48 °C, luego un incremento significativo a los 11 días con 50.19 °C y un descenso significativo a los 21 días con 42.50 °C. Tanto para humedad y temperatura del abono no fue declarado la interacción entre las fuentes de carbono y días de evaluación.

El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que está compostando, por lo que la temperatura es

considerada tradicionalmente como una variable fundamental en el control del compostaje (LIANG et al., 2003; MIYATAKE et al., 2006).

En el proceso de compostaje, se observa tres fases: Fase mesófila inicial (temperatura < 45 °C), al final de la cual se producen ácidos orgánicos; Fase termófila (temperatura > 45 °C) y Fase mesófila final, considerándose finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial; estos datos son semejantes al presente trabajo que fue al inicio 32.48 °C, a los 11 días se reporta con 50.19 °C y 42.50 °C a los 21 días, siendo un indicativo que a los 21 días baja la temperatura después de completar la descomposición de los materiales compostados por los microorganismos.

5.4. Rendimiento productivo de abonos orgánicos

El rendimiento de abono orgánico tal como al inicio y al final del proceso de compostaje, fue influenciado ($p < 0.05$) por la inclusión de pollaza y coronta de maíz, siendo el más rendidor el abono con pollaza, con 37.07% y menor para el abono con coronta de maíz con 25.44%. Los resultados de proporción de partícula mayores a una pulgada con el rendimiento productivo se relacionan directamente, debido a que, para obtener el abono para venta, se realiza el tamizado no siendo incluido partículas mayores a una pulgada. Asimismo, el rendimiento de producción de abono en base a materia seca, también fue influenciada por las fuentes de carbono, siendo el más rendidor el abono compostado con pollaza (50.30%) y menor para abono con coronta de maíz (40.69%).

También, se evaluó el rendimiento de producción de abono después de los 21 días de compostado, observándose, un 70.61% de rendimiento para

abono con pollaza y apenas 50.03% de rendimiento para abonos con coronta de maíz; verificándose que, los microorganismos eficientes redujeron el tamaño de las partículas con mayor eficiencia a la mezcla de vacaza con pollaza y posiblemente la relación C:N fue también la más adecuada para el trabajo de los microorganismos.

VI. CONCLUSIÓN

De acuerdo a las condiciones del trabajo y de los resultados del presente trabajo, se concluye lo siguiente:

- ✓ Se rechaza la hipótesis científica, que el abono orgánico compostado con coronta reporta mejores características nutricionales, porque el abono orgánico compostado con pollaza reporta 28% a más de macro y micro minerales.
- ✓ Las concentraciones de nitrógeno y la relación de C:N al inicio del compostaje (1.85% y 20.82, respectivamente) fue mejor en abonos compostados con pollaza.
- ✓ A mayores días de compostaje, el tamaño de los componentes del abono con pollaza fueron reducidos mucho más que aquellos con coronta de maíz.
- ✓ Debido a que la proporción de tamaño grande de componentes del abono con pollaza se redujeron significativamente, el rendimiento de fue mejor para los abonos con pollaza.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ El uso de coronta de maíz como fuente de carbono en el compostaje de abono orgánico, debe ser molido para reducir el tamaño y mejorar el rendimiento del abono.
- ✓ Seguir evaluando otras fuentes de carbono, como pollaza con cascarilla de arroz y otros sub productos agrícolas como mazorcas de cacao y cáscara de café para la elaboración de abonos orgánicos.

THE NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC FERTILIZERS COMPOSTED WITH AGRICULTURAL WASTE

ABSTRACT

The work was carried out at the Universidad Nacional Agraria de la Selva's Agricultural Waste Exploitation Unit, located in the Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco department, Peru, with the objective of evaluating the nutritional and physical characteristics of organic fertilizers composted with two carbon sources. The elaboration of organic fertilizer was done through the composting of cow manure as a source of nitrogen and chicken manure and/or corn cobs as carbon sources, using microorganisms from the UNAS's (acronym in Spanish) forest reserve, BRUNAS (acronym in Spanish), with a twenty one day duration, two treatments were evaluated with four repetitions and an experimental unit of 500 kg; the treatments were, T1: organic fertilizer composted with chicken manure as the carbon source and T2: organic fertilizer composted with corn cobs as the carbon source, where the concentration of minerals, the size proportion of the large particles, the moisture, the temperature, the relationship between carbon and nitrogen (C:N) and the productive yield of the organic fertilizer were evaluated. The results showed that the concentration of minerals were similar ($p < 0.05$) for both treatments; also, the C:N relationship at the beginning of the experiment was different ($p < 0.05$), with 20.82 for the treatment with chicken manure and 25.63 for the treatment with corn cobs; however, the C:N relationship in the final composting was similar ($p > 0.05$). The size proportion of the large particles was influenced by the source of carbon, with a greater proportion of large particles in the treatment with corn cobs, which is corroborated with a low productive yield for the fertilizer composted with corn cobs. It is concluded that both fertilizers contain similar concentrations of minerals, but the fertilizer composted with chicken manure presents a better C:N relationship, lower size proportion of large particles and as a result, better productive yield.

Keywords: Microorganisms from the mountain, Chicken manure, Corn cobs, Nitrogen – Carbon relationship

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, S. 2005. La descomposición de materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano. REDALYC, España. Vol. XIV, N° 2: 17-29.
- Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú (APROLAB). 2007. Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. 22 p.
- BACKHUS, 2011. Relación Carbono Nitrógeno [En línea]:(http://www.backhus.com/7-4-Glossar-Kompostierung.html?slice_id=3078, documentos 13 de Ene. Del 2016).
- CARBONERO, R. 2016. Crece demanda de fertilizantes orgánicos, [En línea]:(<http://fundacionambio.org/article/crece-demanda-de-fertilizantes-organicos/>, documentos, 14 de Ene. 2016).
- Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA). 1993. Análisis bromatológico de abonos orgânicos. Universidad de Costa Rica. 20 p.
- CORDOBA, J.; SALCEDO, E.; RODRIGEZ, R.; ZAMORA, J.; MANRIQUEZ, R.; CONTRERAS, T.; ROBLEDO, J.; DELGADO, E. 2013. Caracterización y valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas, [en línea]:([http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid= S0370-59432013000300004&script=sci_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0370-59432013000300004&script=sci_arttext), documentos 22 de Dic. 2015).

- CÓRDOBA, A.; DELGADO, F.; TORIZ, G. 2010. Generación de compuestos orgánicos en el olote, mediante la oxidación en húmedo. Investigación, Biodiversidad y Desarrollo, v. 29, p. 186 -200.
- EL SITIO AVÍCOLA. 2011. Pollinaza: recurso nutricional y amenaza sanitaria [en línea]: (http://www.elsitioavicola.com/articles/1952/pollinaza-recurso_nutricional-y-amenaza-sanitaria/, documento, 17 Nov. 2015).
- FAO. 2013, Manual de Compostaje del Agricultor, [En línea]:(<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>, documentos, documentos 13 de Ene. Del 2016).
- FAOSTAD. 2012. Producción mundial de maíz. Sanitaria [en línea] :(<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>, documentos 22 de Dic. 2015).
- FONTENOT, J. 1999. Nutrient recycling: The North American experience-Review. Journal Animal Science. v.12: 642.
- GALLARDO, G. 2011. Puesta a punto de un método de HPLC-MS para la caracterización de mohos micotoxigénicos. Trabajo Fin de Master en Gestión de la calidad y trazabilidad de alimentos de origen vegetal. Julio de 2011.
- GARCÍA, S. 2011. Evaluating the biophysical resource management strategies of the agro-ecosystems in farm communities of the Mantaro Valley, central Andes of Peru. Tesis PhD. Bélgica. ISBN 978-90-8826-186-2: Bioingeniería. KatholiekeUniversiteit Leuven.
- GARRIDO V. 1994. Interpretación de análisis de suelos. Hojas divulgadoras N° 5/93. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto de Reforma

y Desarrollo Agrario. Dirección General de Infraestructura y Cooperación, Madrid. España. 40 p.

GIARDINA, E. 2010. Importancia de los microorganismos del suelo. Revista CORPOICA – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Argentina. 11 (2): 155 – 164 [En línea]: (<http://es.scribd.com/doc/87952089/La-importancia-de-los-Microorganismos-Del-Suelo>, blog informativo, 30 de junio del 2013).

HAUG, R. 1993. The practical handbook of compost engineering. Lewis Publisher. Boca Ratón Florida. 358 p.

IGNACIO. 1981, Utilización de desechos agroindustriales en la alimentación de rumiantes, [en línea] :(<http://www.monografiaveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4840/4724>, documentos 14 de Ene. 2016).

INFOSTAT. 2016. Software para análisis estadístico. Córdoba, Argentina.

JERIS, J.; REGAN, R. 1973. Controlling environmental parameters for optimum composting. Part II, Composting Science. v. 14, p. 8-15.

JHORAR, B.; PHOGAT, V.; MALIK, E. 1991. Kinetics of composting rice straw with glue waste at different C:N ratios in a semiarid environment. Arid Soil Rest. Rehabil. v. 5: 297-306.

JIMÉNEZ, L.; MEZQUIDA, E.; CAPA, M.; SANCHEZ, A. 2007. Cambio en las propiedades del suelo por transformación de áreas boscosas en pastizales en Zamora-Chinchipec (Ecuador). Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 22: 65-70.

KIEHL, F. 1985. Fertilizantes orgánicos. Editora agronómica ceres Ltda. São Paulo Brasil, 95 p.

- AMERICAN TABLE OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences. Center for Tropical Agriculture. Department of Animal Science. 509 p.
- LIANG, C.; DAS, K.; McCLENDON, R. 2003. The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Biores. Technol.* v. 86: 131-137.
- MADEJÓN, E.; DÍAZ, M.; LÓPEZ, R.; CABRERA, F. 2002. New approaches to establish optimum moisture content for compostable materials. *Biores. Technol.* v. 85: 73-78.
- 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.
- MARTÍNEZ, G., ZÚÑIGA, V., DELGADO, E., CAMACHO, A., GONZÁLEZ, V.; ALLAN, G. 1992. Producción de fertilizantes nitrogenados mediante oxiamonificación en corteza de pino en lecho fluidizado. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)*, 8, p. 21-26.
- MEJÍA, D.; SÁNCHEZ, D.; MENJIVAR, J. 2011. Fracciones de fósforo en suelos del Valle del Cauca con diferentes sistemas de cultivo de café. *Acta Agrómica*. 60 (3): 269-278.
- MIYATAKE, F.; IWABUCHI, K. 2006. Effects of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Biores. Technol.* v. 97: 961-965.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1998. *Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition* Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, ISBN: 0-309-54988-4, 210. 180 p.

- ORTIZ, A. 2004. Evaluación de desechos de la industria cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de ovinos. Tesis de Dr. Cienc. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 75 p.
- RADLEIN, A.; PISKORZ, J.; MAJERSKI, P. 1997. Method of producing slow release nitrogenous organic fertilizer from biomass. Ontario, Canada patent application No. 5,676.727.
- ROMAN P.; MARTÍNEZ M.; PANTOJA, A. 2013, Manual de compostaje del agricultor - Experiencias en américa latina, [En línea]:(<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>, documentos 14 Ene. 2016).
- SAHA B.; BOTHAST R. 1999. Pretreatment and enzymatic saccharification of corn fiber. Appl Biochem Biotechnol. v. 76: 65-77.
- SHINTANI, P. 2000. Abonos orgánicos. Universidad EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 22 p.
- TERLEIRA, H. 1974. Uso de la coronta de maíz, cascara de semilla de algodón y raíces de yuca en el engorde de novillos en Tarapoto, departamento de San Martin. Tesis para optar Título de Ingeniero Zootecnista- Tingo María- Perú.
- TCHOBANOGOLUS, G. THEISEN, H.; VIGIL, S. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. Ed. McGraw-Hill. Madrid España. 1107 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA. 2018. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO, 2009, El uso del estiércol como abono y el caso de la cama de pollo, [En línea]:(<http://www.unr.edu.ar>

/noticia/1618/el-uso-del-estiercol-como-abono-y-el-caso-de-la-cama-de-pollo, documentos 16 de nov. 2015).

VARGAS, E.; MATA, L. 1993. Utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica p. 59-71.

IX. ANEXO

Anexo 1. Análisis de variancia para fósforo total

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.0100	0.0100	1.14	0.3262
Error	6	0.0700	0.0100		
Total correcto	7	0.0800			

Anexo 2. Análisis de variancia para potasio

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.03833286	0.03833286	0.65	0.452
Error	6	0.35657414	0.05942902		
Total correcto	7	0.39490700			

Anexo 3. Análisis de variancia para sodio

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.00116055	0.00116055	1.26	0.3045
Error	6	0.00552579	0.00092096		
Total correcto	7	0.00668634			

Anexo 4. Análisis de variancia para calcio

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.05672033	0.05672033	2.80	0.1455
Error	6	0.12172301	0.02028717		
Total correcto	7	0.17844334			

Anexo 5. Análisis de variancia para magnesio

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.01354487	0.01354487	1.65	0.2465
Error	6	0.04930036	0.00821673		
Total correcto	7	0.06284523			

Anexo 6. Análisis de variancia para cobre

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	9.3450097	9.3450097	0.52	0.4989
Error	6	108.3055249	18.0509208		
Total correcto	7	117.6505346			

Anexo 7. Análisis de variancia para hierro

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	18873.2289	18873.2289	0.95	0.3676
Error	6	119320.9185	19886.8198		
Total correcto	7	138194.1474			

Anexo 8. Análisis de variancia para zinc

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	2074.275573	2074.275573	3.24	0.1217
Error	6	3835.904932	639.317489		
Total correcto	7	5910.180505			

Anexo 9. Análisis de variancia para manganeso

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	8947.62134	8947.62134	0.84	0.3960
Error	6	64271.97925	10711.99654		
Total correcto	7	73219.60059			

Anexo 10. Análisis de variancia para nitrógeno total

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.19241798	0.19241798	22.87	0.0031
Error	6	0.05047237	0.00841206		
Total correcto	7	0.24289035			

Anexo 11. Análisis de variancia para carbono orgánico

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1.20223307	1.20223307	0.24	0.6426
Error	6	30.23373751	5.03895625		
Total correcto	7	31.43597058			

Anexo 12. Análisis de variancia para la relación carbono nitrógeno inicial

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	46.23318223	46.23318223	11.19	0.0155
Error	6	24.78167879	4.13027980		
Total correcto	7	71.01486102			

Anexo 13. Análisis de variancia para la relación carbono nitrógeno final

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	5.00620392	5.00620392	4.29	0.0836
Error	6	6.99420189	1.16570032		
Total correcto	7	12.00040581			

Anexo 14. Análisis de variancia para proporción de tamaño de partícula grande

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Eval	2	6427.803981	3213.901991	271.11	<.0001
Trata	1	505.695602	505.695602	42.66	<.0001
Trata*Eval	2	161.292870	80.646435	6.80	0.0063
Error	18	213.38083	11.85449		
Total no correcto	24	58815.39667			

Anexo 15. Análisis de variancia para humedad

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Eval	2	1791.092899	895.546449	50.38	<.0001
Trata	1	22.145321	22.145321	1.25	0.2790
Trata*Eval	2	1.774656	0.887328	0.05	0.9514
Error	18	319.97580	17.77643		
Total no correcto	24	74129.05373			

Anexo 16. Análisis de variancia para temperatura de la ruma

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Eva	2	7564.519306	3782.259653	91.31	<.0001
Trat	1	112.890625	112.890625	2.73	0.1010
Trat*Eva	2	226.995417	113.497708	2.74	0.0681
Error	138	5716.27958	41.42232		
Total correcto	143	13620.68493			

Anexo 17. Análisis de variancia para rendimiento total TCO de producción de abono

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	135.26	135.26	40.90	0.0236
Error	2	6.61	3.31		
Total correcto	3	141.87			

Anexo 18. Análisis de variancia para rendimiento total en base a materia seca de producción de abono

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	346.33	346.33	40.82	0.0236
Error	2	16.97	8.49		
Total correcto	3	363.30			

Anexo 19. Análisis de variancia para rendimiento de abono pós cosecha

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	158.00	158.00	362.65	0.0027
Error	2	0.87	0.44		
Total correcto	3	363.30			