

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

MENCION PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE



**CALIDAD Y GRUPOS FUNCIONALES MICROBIANOS DEL COMPOST DE
RESIDUOS AGROPECUARIOS POR EFECTO DE DOS BIOFERMENTOS
(MONTAÑA Y BAMBUSAL)**

Tesis

Para optar el grado académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

MENCION: PRODUCCION ANIMAL SOSTENIBLE

Presentado por:

Guder Elvira Pérez Mendoza

Tingo María, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
ZOOTECNIA
DIRECCIÓN



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 001-2023-UPG-FZ-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 08:00 p.m., del jueves 24 de abril de 2023, reunidos en la sala de Posgrado de la UNAS, se instaló el jurado calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada: **"CALIDAD Y GRUPOS FUNCIONALES MICROBIANOS DEL COMPOST DE RESIDUOS AGROPECUARIOS POR EFECTO DE DOS BIOFERMENTOS (MONTAÑA Y BAMBUSAL)"**. A cargo de la candidata al grado de Maestro en Ciencias Pecuarias, Mención: Producción Animal Sostenible; **GUDER ELVIRA PÉREZ MENDOZA**. Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el jurado calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **EXCELENTE**.

Acto seguido, a horas 09:30 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Tingo María, 02 de mayo de 2023.

DR. JORGE RIOS ALVARADO.
Presidente del Jurado

Ing. M.Sc. EBER CARDENAS RIVERA
Miembro del Jurado

Ing. M.Sc. JUAN LAO GONZALES
Miembro del Jurado

DR. RIZAL A. ROBLES HUAYNATE
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 111 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD Y GRUPOS FUNCIONALES MICROBIANOS DEL COMPOST DE RESIDUOS AGROPECUARIOS POR EFECTO DE DOS BIOFERMENTOS (MONTAÑA Y BAMBUSAL)	Guder Elvira Pérez Mendoza	12% Doce

Tingo María, 09 de mayo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS PECUARIAS

MENCIÓN PRODUCCION ANIMAL SOSTENIBLE



**CALIDAD Y GRUPOS FUNCIONALES MICROBIANOS DEL COMPOST DE
RESIDUOS AGROPECUARIOS POR EFECTO DE DOS BIOFERMENTOS
(MONTAÑA Y BAMBUSAL)**

Autor:	Ing. Guder Elvira Pérez Mendoza
Asesores:	- Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Programa de investigación:	Producción Animal Sostenible
Línea de investigación:	Ecología de pasturas y forrajes en sistemas silvopastoriles.
Eje temático:	Determinar las características físicas, químicas y biológicas de abonos orgánicos sólidos y líquidos y uso.
Lugar de ejecución:	Unidad De Residuos Pecuarios De La Facultad De Zootecnia – Unas
Duración del trabajo:	4 meses
Financiamiento:	S/. 6764.50

Tingo María, Perú

2023



VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION

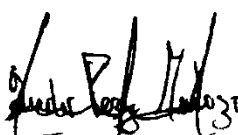
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO
ACADÉMICO DE MAESTRO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Escuela de posgrado	:	EPG-UNAS.
Posgrado	:	Maestría en Ciencias Pecuarias
Mención	:	Producción Animal Sostenible
Título de tesis	:	Calidad y Grupos Funcionales Microbianos del Compost de Residuos Agropecuarios por Efecto de dos Biofermentos (Montaña y Bambusal)
Autor	:	Guder Elvira Pérez Mendoza.
Asesor de tesis	:	Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate.
Programa de investigación	:	Producción Animal Sostenible.
Línea(s) de investigación	:	Ecología de pasturas y forrajes en Sistemas Silvopastoriles
Eje Temático	:	Determinar las características físicas, químicas y biológicas de abonos orgánicos sólidos, líquidos y uso.
Lugar de ejecución	:	Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios de la UNAS.
Duración	Inicio	Junio 2022
	Término	Diciembre 2022
Financiamiento	FEDU	S/0.00
	Propio	S/6,764.50
	Otros	S/0.00

Tingo María, Perú, mayo 2023.


Guder Elvira Pérez Mendoza
Tesisista


Dr. Rizal A. Robles Huaynate
Asesor

DEDICATORIA

A Dios que supo guiarme por el buen camino,
darme fuerzas para seguir adelante, no
desmayar en los problemas que se presentaban
y cuidar siempre a mis seres queridos

A mi familia: Anjali Alarcon Pérez y Larry
Alarcon Rafael por su apoyo incondicional desde
nuestro inicio familiar.

A mis padres: Petronila Mendoza Rueda y Jorge
Turpo Calcina por su apoyo, consejos,
comprensión, amor y ayuda en los momentos
difíciles.

A mis hermanos: Katy, Jorge, Ivan y Natalie por
su apoyo incondicional en cualquier actividad que
involucre mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser el Alma Mater de mi formación profesional.
- Al Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate, asesor, amigo y guía del presente trabajo de investigación.
- A los miembros de jurado; Ing. M.Sc. Juan Lao Gonzales, Ing. M.Sc. Eber Cárdenas Rivera y Dr. Jorge Rios Alvarado, por sus conocimientos y contribuciones impartidas en el presente trabajo de investigación.
- A los jóvenes; Leonardo Alarcón Rafael, Marco Leon Isminio, Kevin Castro Buendía, Martín Chavez Cabanillas, Amador Chinchay Cruz, Daniel Cortez Suire, Denis Dolores Sanchez, Rosario Flores Villanueva y Vanessa León Mendieta, por el apoyo desinteresado en la recolección de datos del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Microorganismos eficientes	3
2.1.1. Propiedades funcionales de los ME.....	3
2.1.2. Principales microorganismos en ME.....	4
2.2. Grupos funcionales microbianos.....	4
2.2.1. Microorganismos amonificadores	7
2.2.2. Microorganismos celulolíticos.....	8
2.2.3. Microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre	8
2.2.4. Funciones de los microorganismos.....	8
2.3. Biofermentos	10
2.3.1. Microorganismos de montaña (MM).....	10
2.3.2. Captura y reproducción de microorganismos de montaña	11
2.4. Calidad de abono orgánico.....	11
2.4.1. Propiedades físicas y químicas	12
2.4.2. Dinámica de temperatura.....	15
2.4.3. Indicador de madurez o estabilidad	16
2.4.4. Rendimiento.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Lugar de ejecución	18
3.2. Materiales y Métodos	18
3.2.1. Materiales y equipos	18
3.2.2. Metodología.....	19

3.3.Tratamientos en estudio	22
3.4.Análisis estadístico.....	22
3.5.Variables independientes	22
3.6.Variables dependientes.....	23
3.7.Datos a registrar	23
3.7.1.Temperatura y pH.....	23
3.7.2.Frecuencia de volteos	23
3.7.3.Rendimiento.....	24
3.7.4.Macro y microminerales	24
3.7.5.Grado de maduración (Prueba de germinación)	24
3.7.6.Cuantificación de grupos funcionales microbianos	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.Calidad del abono orgánico.....	29
4.1.1.Temperatura y pH.....	29
4.1.2. Rendimiento.....	32
4.1.3. Parámetros químicos.....	34
4.1.4.Macrominerales	36
4.1.5.Microminerales	38
4.1.6.Maduración mediante prueba de germinación.....	39
4.2.Grupos funcionales microbianos.....	40
4.2.1.Unidades formadoras de colonias.....	40
V. CONCLUSIONES	45
VI. PROPUESTAS A FUTURO	46
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Temperatura y ph promedio evaluado cada 6 días de los abonos orgánicos elaborados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar).....	30
2. Rendimiento productivo de los abonos orgánicos composteados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar).....	33
3. Características generales de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar)	34
4. Macrominerales de los abonos orgánicos composteados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar).....	36
5. Microminerales de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar)	38
6. Pruebas germinativas en semillas de pepino (<i>cucumis sativus</i>) de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar).	39
7. Unidades formadoras de colonias encontradas desde el suelo hasta la obtención de los abonos orgánicos composteados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar).....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Dinámica de temperatura de los abonos orgánicos elaborados con cepa fermentadora de montaña (T1) y de bambú (T2)	31
2. Dinámica de pH de los abonos orgánicos elaborados con cepa fermentadora de montaña (T1) y de bambú (T2).....	32

RESUMEN

La acumulación de excretas de bovino genera problemas ambientales y a la par usamos biofermentos, del cual no contamos con información de su acción descomponedora y conteo microbiológico, por tal motivo se busca conocer el efecto de dos biofermentos en la calidad y conteo microbiológico. El presente trabajo se realizó en la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios de la Facultad de Zootecnia. El objetivo fue evaluar la calidad de compost y su conteo microbiológico a través de microorganismos aerobios viables (NMAV), actinomicetos (ACTN), bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN), lactobacilos (LACT) y hongos y levaduras (HYL) de residuos agropecuarios. Se utilizó 230 kg de residuos agropecuarios (150 kg excretas y 80 kg de cascarilla de arroz) como unidad experimental, mediante un diseño completo al azar (DCA) con dos tratamientos y 6 repeticiones evaluados al término del proceso del compost (37 días). Los tratamientos en estudio fueron; residuos agropecuarios con biofermento de montaña (T1) y residuos agropecuarios con biofermento de bambusal (T2). La calidad de ambos abonos es similar ($p>0.05$), a excepción de los microminerales donde resalta el T2 con mayor contenido de Cu, Mn y Zn, además el número de unidades formadoras de colonias son los mismos en ambos abonos orgánicos, a excepción del grupo de ACTN que resalta en abundancia en el T1 y en el grupo de HYL, resalta en abundancia el T2. Se concluye que ambos biofermentos actúan de manera similar en la calidad del abono, pero que el T1 contiene mayor abundancia en ACTN.

Palabras clave: abono, actinomicetos, bambú, microorganismos, macrominerales.

Quality and Functional Microbial Groups from Agricultural Waste Compost Due to the Effects of Two Bio-ferments (Mountain and Bamboo)

Abstract

The accumulation of bovine excrement generates environmental problems, and at the same time, bio-ferments are used, for which there is no information regarding their actions as decomposers and their microbiological content; thus, an understanding of the effect of two bio-ferments on the quality and microbiological count was sought. The present work was done in the Zootechnic Faculty's unit for taking advantage of agricultural waste. The objective was to evaluate the quality of the compost and its microbiological count through the use of viable aerobic microorganisms (NMAV – acronym in Spanish), actinomycetota (ACTN – acronym in Spanish), nitrogen-fixing bacteria (BFN – acronym in Spanish), lactobacillus (LACT – acronym in Spanish), and fungi and yeast (HYL – acronym in Spanish) from agricultural waste. For the experimental unit, 230 kg of agricultural waste were used (150 kg of excrement and 80 kg of rice hulls), with a completely randomized design (CRD; DCA in Spanish) [where there were] two treatments and six repetitions [which were] evaluated at the end of the composting process (37 days). The treatments in study were: agricultural waste with mountain bio-ferment (T1) and agricultural waste with bamboo bio-ferment (T2). The quality of both fertilizers was similar ($p>0.05$), with the exception of the microminerals, where T2 stood out with a greater content of Cu, Mn, and Zn; moreover, the number of colony forming units were the same for both organic fertilizers, with the exception of the ACTN group, which stood out with an abundance with T1, and the HYL group, which stood out in abundance with T2. It was concluded that both bio-ferments acted in a manner of similar quality for the fertilizers, but that T1 had a greater abundance of ACTN.

Keywords: fertilizer, actinomycetota, bamboo, microorganisms, macrominerals

I INTRODUCCIÓN

En Perú, la presión de los humanos en las actividades agrícolas aumenta gradualmente cada año. La producción de carne constituye la actividad más importante, seguida de la de leche, ante esto, los residuos sólidos (excretas de bovino) pueden ser el mayor problema, debido al gran número producido. Existe evidencia de que este desperdicio tendrá una serie de impactos ambientales.

En los últimos años, debido a su potencial múltiple (mejorando la química física y las condiciones microbianas del suelo, la reconstrucción del equilibrio microbiológico y la aceleración de la descomposición de la materia orgánica), el uso de diferentes cepas biológicas ha estado en auge sin calcular la sostenibilidad de la información microbiológica (grupos funcionales presentes en la descomposición de la materia orgánica), puede ser sostenible diferentes cepas biológicas en la competencia y participar en la calidad de los fertilizantes transformados. Se enfatiza que el ganado adulto puede producir hasta 25 kg de excretas por día y puede usarse como fertilizantes de alta calidad para su pasto y/u otros cultivos.

Esta realidad me permite formular los siguientes problemas principales; ¿Cuántas UFC (unidades formadoras de colonias) de los grupos funcionales microbianos existen en distintos biofermentos? y ¿Cuál es el efecto de los diferentes biofermentos en la calidad del compost de residuos agropecuarios en la facultad de Zootecnia?

Por tanto, la investigación realizó un reconocimiento a través de grupos funcionales descomponedores de los microorganismos inmersos en diferentes biofermentos característicos y de fácil acceso en una zona tropical (montaña y bambusal), evaluar su efecto en la calidad del compost elaborado a partir de heces de bovino, para poner dicha información a disposición de ganaderos productores de carne y leche, del cual podrán usar el abono para sus respectivos pastos u otros cultivos agrícolas, teniendo conocimiento de la calidad nutricional del abono que ellos mismos pueden elaborar.

Debido a que el bambú es un residuo orgánico fuerte y de larga duración, se ha observado que en suelos bambusales su descomposición es efectiva, por tal motivo deducimos como hipótesis que el biofermento de bambusal tiene mayor cantidad de UFC (unidades formadoras de colonias) presentes en los diferentes grupos funcionales y por ende generará mayor calidad de abono orgánico.

Objetivos

Evaluar la calidad de compost de residuos agropecuarios y la abundancia de UFC (unidades formadoras de colonias) de los grupos funcionales microbianos presentes en dos biofermentos (montaña y bambusal).

1. Determinar la calidad a través de características físicas (rendimiento, frecuencia de volteo y temperatura), químicas (pH y macro - micro elementos) y maduración (Prueba de germinación) del abono orgánico de residuos agropecuarios.
2. Contabilizar las UFC de Microorganismos aerobios viables (MAV), Actinomicetos (ACTN), Lactobacilos (LACTB), Bacterias fijadoras de Nitrógeno (BFN) y Microorganismos hongos y levaduras (HYL) presentes en los biofermentos (Montaña y Bambusal) y en el producto final del abono orgánico de residuos agropecuarios composteados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Microorganismos eficientes

ME (o EM) es un producto comercial que a menudo se usa en materia orgánica en el proceso de compostaje. Estos microorganismos son descubiertos por microbiólogos y agricultores orgánicos de la Universidad de Ryukyus, Japón. En la observación inesperada de los aspectos útiles de buscar microorganismos aislantes, en 1982, descubrió que cuando se combinó con un estado equilibrado, las mezclas de algunos microorganismos beneficiosos también promovieron el aumento de las habilidades de la fotosíntesis cultural como absorción de agua, mejoran la calidad y reducen el tiempo de madurez de los fertilizantes orgánicos (Morocho y Leiva, 2019).

2.1.1. Propiedades funcionales de los ME

ME cumple varias funciones, incluida la recuperación de residuos (Teruo y James, 1996); sin embargo, una de las características principales es la descomposición de los desechos orgánicos. El proceso de compost se basa en la actividad de los microorganismos habitados por los desechos naturales. Son criaturas que descomponen la materia orgánica. Por lo tanto, estos microorganismos pueden desarrollar la mejor actividad y requerir una temperatura suficiente (55-60 ° C) y la humedad (hasta 45 %). El compost se originó a partir de desechos animales y vegetales. Un gran ejemplo es el fertilizante de Bocashi, que es un fertilizante orgánico fermentado producido por el proceso de semi -producción aeróbica (Morocho y Leiva, 2019).

Otra característica atribuida a esto es que los microorganismos contienen nitrógeno atmosférico para el uso de la planta. La fijación de nitrógeno se entiende como una combinación de nitrógeno e hidrógeno, que puede causar amonio (Morocho y Leyva, 2019) que se puede mezclar con la biosfera. Este proceso es simbiótico a través de ciertas bacterias y ciertas plantas (leguminosas y otras especies de madera) (por ejemplo, *Rhizobium*). Este papel se llama fijación biológica de nitrógeno (FBN).

Otra característica obvia de ME es inhibir el agente patogénico (patógeno vegetal) de las plantas. Estas características están relacionadas con el rizo de las plantas y promover el crecimiento, el desarrollo y la función de procesos vitales. También pueden ocupar diferentes nichos en las raíces y sus áreas. Puede competir por el espacio y la nutrición, restringiendo así el desarrollo de microorganismos patógenos; Morocho y Leiva (2019) también creen que puede suprimir la actividad generando actividad antibacteriana (antibióticos y compuestos antifúngicos). El tipo principal de este grupo es el moho de cadena, que pertenece a las especies de líneas de bacterias generalmente produce antibióticos. (Escobar *et al.*, 2012).

2.1.2. Principales microorganismos en ME

Los principales grupos de microorganismos en ME han fermentado la actividad por bacterias de ácido láctico, bacterias fotosintéticas, levaduras y hongos (Morocho y Leiva, 2019) y estudiando el grupo de microorganismos en desechos orgánicos en granjas de café, Escobar *et al.*, (2012) concluyó que los microorganismos más importantes obtenidos en sustratos simples (como sus mezclas) son las bacterias *Pseudomonas* y *Bacillus* y para los actinomicetos; *Streptomyces*.

El mismo autor realizó una investigación sobre las combinaciones de varias cepas de microorganismos. Los resultados revelaron que estas mezclas generalmente produjeron una mayor diversidad y abundancia de poblaciones microbianas. Esto destaca el potencial sinérgico y el valor de crear mezclas a partir de sustratos sencillos, y cómo puede conducir a resultados más efectivos y al uso óptimo de los desechos orgánicos.

2.2. Grupos funcionales microbianos

La interacción entre la población comunitaria determina la distribución espacial de las especies, dependiendo del método de usar recursos de hábitat. Por lo tanto, generalmente se encuentran diferentes especies de grupos que usan los mismos recursos. Estos grupos de especies se denominan gremio. El concepto del gremio se usa ampliamente en la investigación ecológica, e incluso en la literatura se guía al determinar la estructura de la unión porque el análisis de la unión es un análisis del nicho de especies (Pianka, 1979).

Sin embargo, este concepto se refiere solo a aquellas poblaciones microbianas que usan los mismos recursos pero no de la misma forma. Como ejemplo de una combinación de análisis microbiano, existe un modo de uso basado en un sustrato basado en su estructura de gremios: nitrificadores, celulolíticos, proteolíticos, entre otros, etc. El análisis de este tipo permite el mecanismo estructural de la comunidad de investigación. Sin embargo, a través de este método, es difícil comparar entre comunidades muy diferentes. (Kaqui, 2021).

Del mismo modo, este autor nos menciona que existe un concepto de grupo funcional, que se refiere a un grupo de criaturas que responden al medio ambiente o tienen efectos similares a la mayoría de los procesos del sistema ecológico. Cada grupo funcional consta de especies de cuenta variable, que se caracteriza mediante el uso de un método similar recursos disponibles, por lo que compite entre ellos.

Para definir el grupo funcional, se caracterizan su perfil fisiológico de la comunidad, lo que refleja el potencial bioquímico de los microorganismos a la existencia de varios sustratos o enzimas específicas y rutas metabólicas. Por lo tanto, los microorganismos generalmente se interpretan como gremios. Sin embargo, el gremio no distinguirá entre macro y microorganismos y el grupo funcional puede incluir varios gremios. Por ejemplo, el grupo funcional compuesto por nitrato incluye todo tipo de microorganismos nitrificadores heterotróficos, autotróficos y mixotróficos (López *et al.*, 2015).

Este mismo autor menciona que el reconocimiento de los grupos funcionales en un ecosistema dado puede evaluar con precisión su naturaleza, como las capacidades de recuperación y regeneración, potencial de degradación, producción de materia orgánica y resistencia a los cambios ambientales. Además, la estimación de la diversidad del grupo funcional permite la determinación de la complejidad estructural y comprende la interacción entre los componentes biológicos.

Kaqui (2021) evaluó el mejor efecto comparativo de las fuentes microbianas en los desechos agrícolas en su trabajo de investigación, obteniendo así el resultado del número de colonias formadas por la unidad de formación, enfatizando el impacto del inóculo de microorganismos formulados (IMF), en el grupo de aerobios viables encontró 68×10^3 UFC/G - 51×10^3 UFC/G), actinomicetos 82×10^3 ufc/g - 48×10^3 ufc/g) y fungís (16×10^3 ufc/g - 9×10^3 ufc/g) en la fase intermedia y final del compostaje, seguido por el inóculo de microorganismos

de bosque (IMB). La conclusión final es que la inoculación de microorganismos influye en características de biología, físicas, químicas y composición mineral en el proceso de compostaje y producción final que afecta el compost.

Arrioni (2011), menciona que uno de los principios más reconocidos en la ecología del sistema muestra que las especies más diversas en el grupo funcional del ecosistema hacen que tenga mayor resistencia a cambios ambientales más o menos repentinos. La estabilidad del sistema, es decir, su rendimiento funcional (productividad, ciclo nutricional) y estructural (las ventajas y la proporción de formas de vida) permanecieron en ciertas restricciones, lo que obviamente está relacionado con la riqueza de especies en grupos funcionales. Este principio no tiene inspecciones experimentales, pero conceptualmente se reconoce que las especies de cierto grupo funcional no son las mismas, pero los métodos cuantitativos en sus necesidades son diferentes.

Vandevivere (1995) describe la metodología biológica (bioensayo) en su trabajo de investigación. Este método utiliza las especies microorgánicas locales del suelo en lugar del crecimiento de la planta indicadora para predecir el suministro de nutrientes disponibles en fertilizantes orgánicos. La ventaja de usar microorganismos es su rápido crecimiento. El crecimiento permite los resultados de la prueba de poco tiempo (2 días en lugar de 5 semanas). El número de microorganismos fijos.

Rengifo (2011) determina los principales tipos de bacterias y hongos en el fertilizante orgánico Bokashi (AOB) en su informe. El medio sólido M77 para aislar bacterias y los hongos en medio rosa de bengala, están separados del líquido diluido de bacterias, y luego la diferenciación bioquímica y las identificación fúngica se realizaron a través de micro cultivo (comparación morfológica). De la muestra de AOB, se identificaron; *Trichoderma sp*, *Aspergillus sp*, *Fusarium sp*, *Rhizopus sp*, y se aisló e identificó dos géneros de bacterias gram negativas *Pseudomonas sp*, *Rhizobium sp*. El número promedio de microorganismos en el fertilizante orgánico de Bocashi en cada muestra está dentro del rango de $7,666 \times 10^4$ a $10,573 \times 10^4$ m.o./ g. Por lo tanto, muestra que AOB tiene microorganismos típicos con suelo fértil y géneros de bacterias y hongos. Participan activamente en el proceso de mineralización de la materia orgánica y absorben nutrientes a través de la absorción simbiótica.

Laich (2011) menciona en su artículo científico que complicados grupos de microorganismos llevan a cabo el proceso de compost. El compost es el producto final de la descomposición biológica orgánica en condiciones de alta temperatura. Una gran cantidad de adicción y virus térmico constituye una población mixta de materia orgánica de degradación. Lo más importante son las bacterias, Actinomycetes y los hongos filamentosos. El tipo de sustrato utilizado, la evolución de la especie y la temperatura de los microorganismos iniciales es el factor principal de regular la continuidad microbiana mediante el proceso del compostaje. El impacto beneficioso en el compostaje es una variedad de microorganismos que: proporciona nutrición y es beneficioso para el suelo, estimulan el desarrollo de la raíz y tienen efectos de control biológico.

2.2.1. Microorganismos amonificadores

El proceso de la amonificación consiste en la descomposición de la conexión amina y la liberación del amonio. Los microorganismos basados en amino no pueden obtener energía debido a la ruptura de enlaces, la obtienen de la oxidación de cadenas carbonadas. La reutilización microbiana utiliza su estructura y proteína funcional y libera excedentes al medio ambiente. Hay muchos tipos de microorganismos que realizan amonificación; hongos, actinomycetes y bacterias aeróbicas y anaeróbicas, esporuladas o no, etc., Según el tipo de microorganismo, la relación entre N incorporada N y N en el citoplasma es diferente. Por ejemplo, la relación de hongos tiene una relación baja ($C/N = 10$), por lo que son menores que la cantidad de N requerida por las bacterias, y cuanto más se libera el entorno ($C/N = 5$) (Escobar *et al.*, 2012).

El mismo autor muestra que los compuestos orgánicos que contienen nitrógeno en el suelo son: proteínas, urea, ácido nucleico, aminoácido, ácido nucleico, miles de tabletas (paredes celulares de hongos e insectos exógenos), mureína (pared celular), ácidos húmicos (en cadenas aminadas) y así sucesivamente. El amonio liberado por los microorganismos en la solución del suelo puede ser:

- Una absorción de plantas y otros microorganismos
- Fijado en la superficie de la arcilla (la arcilla tiene una carga negativa)
-
- Suministrado a los ácidos húmicos.

2.2.2. Microorganismos celulolíticos

La celulosa es un polímero indispensable para las paredes celulares vegetales y algunos hongos y algas. Es el polímero promedio de glucosa, a diferencia del almidón, se asocia con la unión de glucósidos β 1-4. En esencia, las enzimas que pueden causar hidrólisis de β -uniones son muy raras. Solo algunos microorganismos tienen la posibilidad de células sintéticas. El más común es algunos hongos más altos, actinomicetos y algunas mixobacterias, y sus vainas les permiten adherirse a las moléculas de celulosa para degradarse (Rengifo, 2011).

En los hongos celulolíticos, podemos encontrar:

- *Trichoderma Reesei*: seda y hongos medianos -granulares. Su capacidad de secreción industrial secreta una gran cantidad de plantas de celulosa.
- *Bacterias falciformes*: generalmente separadas de los fragmentos de suelo y plantas.
- *Penicillium funiculosum*: hongos de tolerancia al ácido, crece en un valor de pH ácido (pH 2), la mejor temperatura de crecimiento es 25-28 ° C (8-45 ° C).

2.2.3. Microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre

Las bacterias de vida libre con gran importancia de la agricultura, que muestra una amplia gama de beneficios relacionados con el crecimiento y la salud de las plantas. El mecanismo de estos microorganismos es inhibir las enfermedades causadas por los patógenos, acelerar la asimilación y la disponibilidad de nutrientes (responsables del crecimiento de las plantas). Además, pueden ayudar a compensar las malas hierbas, estrés hídrico, estrés salino y otras situaciones desfavorables; en el mecanismo de los microorganismos, podemos mencionar: el efecto antagónico con hongos (Cruz, 2010).

2.2.4. Funciones de los microorganismos

Fertilizantes biológicos; microorganismos establecidos en regiones de raíz (áreas de influencia de raíz, ricos en microorganismos y nutrientes), aumentando así la superficie de la raíz, mejorando así la disponibilidad de nutrientes dentro del rango de la planta. Agente de producción de vitaminas: una gran parte del suelo (beneficiosas) bacterias requiere vitamina del grupo B, y algunos microorganismos pueden sintetizar la tiamina y/o biotina (vitaminas del complejo B), permitiendo así o promover muchos productores de fitormonas de

plantación bacteriana: los microorganismos, producen fitohormonas responsables en inducir enraizamiento, tasas de respiración de raíces y crecimiento metabólico, aumentando así la recolección de agua y nutrientes; también pueden promover el crecimiento vegetativo. Entre esas fitohormonas, tenemos auxinas, giberelinas y el etileno (Cruz, 2010).

Las auxinas interfieren en el crecimiento radical y elongación celular, bajo la reacción de la luz y la gravedad. Los microorganismos *Bacillus megaterium*, *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas* sp. producen giberelinas que es una hormona vegetal que puede afectar las semillas, el alargamiento del tallo y el proceso (como la floración y el desarrollo de la fruta). Por ejemplo, *Azotobacter* puede producir ácido giberélico. El etileno es un regulador de crecimiento e interfiere en la caída de las hojas y los frutos (Escobar *et al.*, 2012).

Fijadores de nitrógeno: existen microorganismos fijadores de nitrógeno que no son endosimbiontes como *Rizobium*, como por ejemplo *Azotobacter* y *Azospirillum*.

El fósforo inorgánico se disuelve: casi no hay plantas en fosfato (fósforo inorgánico), y los microorganismos pueden disolver el fósforo y hacerlo útil para los cultivos (Cruz, 2010).

Biocontrol: Los microorganismos se derivan de varios mecanismos como controladores biológicos. Desde el antagonismo antagonista de los microorganismos hasta la producción de antibióticos, los portadores de hierro pueden mejorar la salud de la planta a través de las hormonas vegetales. Por ejemplo, produciendo bacterias alternativas que contienen compuestos biológicamente volátiles (como el ácido acético), como acetoina (Escobar *et al.*, 2012).

Xiao *et al.* (2011), en su trabajo de investigación nos mencionan que los actinomicetos degradan la celulosa y solubilizan la lignina durante el compostaje. Los cambios en la diversidad de las comunidades de actinomicetos y el número de copias de ADNr 16S de los actinomicetos se monitorearon mediante electroforesis en gel de gradiente desnaturante (DGGE) y PCR cuantitativa (qPCR), respectivamente, durante el compostaje termofílico continuo (CTC) y el compostaje tradicional (TC). La qPCR indicó que el número de copias de las muestras de CTC fue un 25-80 % más alto que el de las muestras de TC durante fases similares de compostaje activo y fue inferior a 3×10 copias de genes/g (peso seco) en el cultivo maduro. compost de ambas corridas.

2.3. Biofermentos

En la actualidad, ha habido nuevas tecnologías que buscan compensar el daño causado por la agricultura tradicional, incluido el uso de capacitación biológica; productos preparados a partir de varias fuentes. Estos productos buscan la sinergia de microorganismos en ME, que proviene de compuestos orgánicos. El proceso de fermentación, estos procesos se transforman en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, estas plantas pueden usarse para la nutrición de las plantas a través de una fuerte actividad microbiana, disminuye la incidencia de plagas, porque cuando la riqueza del microorganismo se aplica a la superficie de la planta competirá con los microorganismos que atacaron los cultivos (Zuñiga *et al.*, 2016).

Los biofermentos son una fuente de experiencia similar a la ME para mezclar la fuente de microorganismos naturales (sin proporción específica), y el aumento en la producción de cultivos de jardinería, como Zuñiga *et al.* (2016), probado en su investigación. La conclusión es que la producción biológica tiene grandes efectos en el desarrollo de cultivos de jardinería (como el brócoli). La aplicación de este fertilizante orgánico es un método alternativo apropiado para reducir los costos de atención ambiental, porque los materiales utilizados para materiales detallados son de bajo costo, sin agentes químicos.

2.3.1. Microorganismos de montaña (MM)

Uno de los biofermentos más utilizados en la jungla tropical son los microorganismos de montaña, porque se capturan desde las montañas, y todos los nutrientes del suelo se recicla, porque las hojas, ramas y palos se descomponen y se devuelven a los nutrientes habituales del suelo. Los nutrientes suelen ser el crecimiento de nutrientes de los árboles. El suelo está lleno de microorganismos, para que todo esto pueda descomponerse rápidamente. Entre ellos, tenemos hongos, bacterias y levadura. Estos microorganismos se pierden cuando cortamos y quemamos el campo agrícola. Si entramos en grupos de compost y biológicos, los convertirán rápidamente en fertilizante sin causar un mal olor. (Campo *et al.*, 2014).

El mismo autor, realizó un trabajo de investigación, comparando la efectividad de los microorganismos de montaña (a través del método de arroz cocido y tres ecosistemas agrícolas (como el café, el rancho y los bosques naturales) y los microorganismos comerciales (EM • 1 ®), utilizados para la producción de ingenuidad y conclusiones; los microorganismos capturados o MM propusieron una mayor efectividad en su desarrollo y rendimiento. El análisis del suelo muestra que la aplicación de microorganismos afectará

ciertas características, como el aumento de la materia orgánica, el contenido de pH, el nitrógeno y el potasio.

2.3.2. Captura y reproducción de microorganismos de montaña

La captura y la reproducción de los microorganismos en las montañas son fáciles de explicar en detalle. Debe buscar bosques naturales o bosques secundarios, y tiene un área de protección soleada y humedad. Retire la primera capa (aproximadamente 2 cm) y recoja la segunda capa que contiene muchos microorganismos. Una vez que nos cubramos el bosque, realizaremos la proliferación aeróbica y anaeróbica en piso limpio (cemento o plástico), y mezclaremos bien los materiales forestales con la mitad de polvillo de arroz. Mezclar con agua y melaza, y siga revolviendo hasta que esté húmeda (Cruz, 2010).

Coloque la mezcla preparada en tambores y tipos de apison o compactos para obtener mejores condiciones para criar microorganismos anaeróbicos. La tapa debe estar estrechamente cerrada y el tambor bajo la sombra. Después de 30 días, la fase sólida está lista (se puede guardar durante más de 1 año) y se puede activar en la fase líquida. Para activar la fase líquida, colóquela en recipientes de agua y melaza, coloque el MM sólido en una bolsa y luego colóquela en un recipiente de plástico (filtrándole). Antes de usar el producto, mantenga el contenedor en la próxima semana. El agua traerá color y olor fermentado. Si el contenedor está cubierto y en la sombra, el producto líquido puede durar hasta dos meses (Cruz, 2010).

2.4. Calidad de abono orgánico

Cuando se compostan los desechos orgánicos, debido a una gran cantidad de microorganismos, el compostaje mostrará una fuerte actividad biológica, que puede verse a una velocidad de fermentación aeróbica de alta velocidad durante su período de explicación. Aunque el contenido total de elementos grandes es muy bajo en comparación con el fertilizante químico, la relación entre los elementos está equilibrado (proporciona a las plantas una microatmósfera de valor de pH que es favorable en biología para obtener la absorción de la raíz del pH y puede modificarse. Basado en la proporción y los elementos utilizados por los agricultores en detalle y calidad (Restrepo, 1996).

Cuando los fertilizantes orgánicos tienen nutrientes necesarios para las plantas son completos y se puede usar para influir en la altura, lo que lo convierte en una parte indispensable para germinación que se puede usar en los contenedores de planta, que es aplicable. Pueden usarse como agricultura convencional utilizando para orgánico. Usted proporciona la calidad de los fertilizantes. Debido a que la calidad dependerá de los usuarios y sus objetivos para determinar su uso, la mayoría de los niveles nutricionales de fertilizantes orgánicos son bajos, excepto para el guano de isla, hay muy pocas citas en el mercado nacional. Por lo tanto, en la encuesta de Florida y Reátegui (2019), evalúa el potencial de usar plumas como entrada y mejora la calidad del compostaje.

Castillo (2015) realizó una investigación en inmediaciones de la institución FOCAPACI, ubicada en la Ciudad de El Alto, para evaluar la calidad de los cuatro tipos de fertilizantes ecológicos (el compost de la cocina, el humus del gusano de compostaje con hojas de eucalipto), y obtuvieron datos de conductividad eléctrica todo lo cual a través del rango alto de 2.2 a 5.0 ds/m.

2.4.1. Propiedades físicas y químicas

En la mayoría de los países latinoamericanos, el uso principal de fertilizantes orgánicos es como fertilizante, especialmente como la fuente de liberación lenta de nutrientes. Tradicionalmente, el análisis de laboratorio del suelo determina el contenido de nutrientes en la solución del suelo. Usando una solución de extracto, la solución simula la capacidad de extraer de las plantas a corto plazo. Debido a que el fertilizante como el compost y el lombricompost tiene una solubilidad lenta, el análisis subestima la capacidad total de liberar nutrientes de fertilizantes orgánicos a largo plazo. En fertilizantes orgánicos a largo plazo de la calidad de fertilizantes (Soto, 2004)

Sundberg, etc. (2004), muestra que en el proceso de residuos familiares, la acidez del material afectará la etapa inicial del aumento de la temperatura. En su investigación, se estudiaron los efectos de la temperatura de dos combinaciones diferentes (36-46 grados C) y el pH (4,6-9.2). En comparación con la pila de pH o baja temperatura, la frecuencia de respiración disminuye fuertemente a 46 grados C y pH inferior a 6. La combinación de alta temperatura y pH bajo es un posible factor adverso para compost a gran escala.

Sánchez et al. (2001) En su trabajo de investigación, la evolución de diferentes formas de nitrógeno en el proceso de compostaje de residuos, así como su relación con el pH, la conductividad de compostaje y los parámetros maduros y obtuvo las conclusiones de que la pérdida de nitrógeno depende del valor de pH de los materiales y las mezclas utilizadas. Las pérdidas más bajas (menos del 25 %) de la mezcla de celulosa lignica más alta, y la pérdida de pérdidas, incluidos los desechos sólidos municipales, excede más del 40 % del contenido inicial.

Otro parámetro requerido para evaluar durante el proceso de compost es la frecuencia de giro, porque Moneva (2020) muestra que se recomienda realizar 15 días entre dos o tres veces al día, y generalmente se completa. Para jugar baterías, controlar su temperatura y evitar reacciones o efectos innecesarios, el compostaje de las baterías debe estar protegida por humedad excesiva, temperatura extrema y radiación directa. Para este fin, se recomienda realizar una cierta estructura semiindustrial en una ubicación física, como barcos industriales o espacio con protección, el espacio es como un techo.

Los resultados obtenidos por Florida y Reátegui (2019) muestran el valor físico y químico del compostaje basado en estiércol de vaca, y agregan plumas. la calidad de este abono elaborado en la Provincia de Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa, fue comparado con diversos autores llegando a la siguiente conclusión; la proporción de plumas de pollo fue del 30 %, lo que mejoró el contenido de materia orgánica y nitrógeno. Por lo tanto, según Román *et al.* (2013) y el estándar técnico de Columbia NTC 5167 (2011), la calidad del compostaje es muy buena, destacando el alto contenido de nitrógeno.

Huamán (2018) en su tesis sobre la concentración de minerales de vacasa en compostaje, explica dos métodos de tratamiento. Ambos métodos de tratamiento fueron similares con diferentes fuentes de nitrógeno (pollaza y/o coronta). Además, la proporción de partículas grandes se ve afectada por fuentes de carbono, y las partículas más grandes se tratan con coronta de maíz en una mayor proporción. La conclusión del autor es que ambos fertilizantes contienen buena concentración de minerales, pero las compuestas con el fertilizante de pollaza tienen una mejor relación C: N, una relación de fracción gruesa más baja, por lo que un mejor rendimiento de producción es mejor.

Cuando Huaraca (2020) estaba en su disertación, evaluó dos protocolos para obtener y activar microorganismos de montaña efectivos en las características físicas y químicas de los fertilizantes orgánicos. La elaboración del abono orgánico lo realizó mediante el uso del compostaje, utilizando microorganismos eficientes de montaña del bosque reservado Brunas con una duración de 28 días. Los resultados muestran que el contenido de temperatura, humedad, sustancias orgánicas y minerales es similar en ambos protocolos. La conclusión es que en términos de fertilizantes orgánicos, químicos y productivos, las dos soluciones obtenidas y activadas por microorganismos de montaña efectivos son similares.

Sevillanos (2021) tiene como objetivo evaluar las características nutricionales y físicas del compostaje de fertilizantes orgánicos con microorganismos en su trabajo de investigación: bosque natural, ruminal y comercial. Los resultados muestran que las características nutricionales y físicas entre este tratamiento son similares, con excepción en proporción del tamaño de partícula inferior a 0.5 pulgadas; donde se reporta mayor proporción en abonos con microorganismos de bosque natural y ruminal. En relación con abonos composteados con microorganismos comerciales; también, la concentración de potasio fue mayor en abonos con microorganismos de bosque y comercial y menor con microorganismos ruminales.

En cuanto a la calidad de los fertilizantes orgánicos, Soto (2004) mencionó que la calidad de los fertilizantes fue dada por el uso que uno le brinda, porque puede considerarse que es el fertilizante de alta calidad de los productores de banana, que puede considerarse inválido para un productor de verduras. En este sentido, el autor cree que los fertilizantes orgánicos deben tener el rango básico de nutrición; el mejor nivel de porcentaje de nitrógeno es superior al 2 %, en 0.15 % a 1.5 % de % fósforo.

Iliquín (2014) señaló que los residuos del camal municipal y de viviendas urbanas producidas mediante, el propósito es utilizar los dos métodos de preparación como Takakura y ME – Compost en el distrito de Chachapoyas. El método Takakura obtuvo mejor tiempo de maduración de 57.67 días, pero es muy diferente en promedio con el método EM. Los resultados muestran que EM - compost contiene 11.29 % C, 1.31 % N, 0.54 % P, 23.93 % m.O, relación C/N 10.12, densidad aparente de 468.37 kg/m³, pH 7.5, conductividad eléctrica de 5.02 dS/m, humedad de 53.77 %, la tasa de poros es del 87.98 % y el rendimiento es del 19.90 %.

Bueno et al. (2020) Las características químicas más importantes de los sustratos son su composición básica. La posibilidad de uso de residuos depende de la disponibilidad de los elementos nutricionales que poseen. Los microorganismos solo pueden usar compuestos simples, por lo que las moléculas más complicadas se descomponen en moléculas más simples. Los elementos que componen el sustrato incluyen C, N y P. Son los grandes nutrientes básicos del microorganismo.

2.4.2. Dinámica de temperatura

Uno de los procesos de transformación de desechos más estudiados es el compostaje. Entre ellos, la descomposición y los gases de efecto invernadero reducidos de los desechos orgánicos se descomponen hasta que llega a un producto llamado "compost". En este proceso, intenta mantener el entorno aeróbico porque no busca aplicar el producto final del mecanismo anaeróbico al suelo y causar la pérdida de nutrientes (Sandoval, 2003). En cualquier proceso de compost, se pueden distinguir al menos dos etapas: la fase de descomposición y la etapa de madurez, cada una de las cuales tiene diferentes comportamientos, a medida que la temperatura se recupera (Torrento, 2001).

Fase de descomposición

Denominada fase activa, que es un proceso simplificado, que se degrada en moléculas orgánicas e inorgánicas simples. Este es un proceso emocionante, principalmente debido a la actividad biológica. En la batería de compostaje, los microorganismos consumen oxígeno y comen la materia orgánica de componente. Además de otros compuestos, las características de esta etapa es por la alternancia de la etapas mesotérmicas (10 -40 ° C) y la fase térmica (40-75 ° C), y participan los microorganismos mesófilos y termófilos (Sandoval, 2003).

Sandoval (2003) mencionó que la temperatura alcanzada en la unidad de compostaje del núcleo es diferente. Las siguientes etapas: en el período de latencia, va desde la formación de las rumas (temperatura ambiente) hasta el aumento de la temperatura (20 ° C), esta etapa puede continuar 24 a 72 h de 24 a 72 h. Etapa mesotérmica (20-40 ° C), presencia de fermentaciones actúan euactinomicetos, importantes en la producción de antibióticos. Etapa termogénica (40 – 75 °C) se sustituye a la microflora mesófila por la termófila, por la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos.

Fase de maduración

Si la temperatura de la ruma se alcanza gradualmente a menos de 40 ° C hasta que está muy cerca de la temperatura ambiente, y no excede la temperatura después de voltear y humedecer las rumas, se denomina etapa de madurez y estabilidad, se produce el proceso de humificación de la materia orgánica, y se genera compostaje maduro con características de humus. De esta manera, se ha considerado el proceso de biología estable y el proceso se completa. La duración de esta etapa también depende de la atractiva composición del compostaje, control de temperatura y humedad en la etapa de termogénica y las condiciones ambientales influyen durante el proceso de madurez de la pila (Sztem y Pravia, 2001)

2.4.3. Indicador de madurez o estabilidad

Una medición de la calidad del fertilizante es un indicador de madurez o estabilidad del producto. Los indicadores más utilizados son: respiración: la respiración es la medición de los microorganismos en el producto final. Si el material es estable, la actividad microbiana y la frecuencia de respiración serán más bajas (<2 mg de CO₂/G SV T). Si el material todavía está a medio descomponer, los microorganismos esperados serán más grandes (Soto, 2004).

Urriola, etc. (2021) En el trabajo de investigación de la evaluación de la madurez de los fertilizantes a través de pruebas de toxicidad de las plantas, declararon que cuando se aplicaron fertilizantes orgánicos a semillas de pepino (*Cucumis sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa*). El uso de semillas de lechuga en diferentes fertilizantes orgánicos propone una mayor sensibilidad en la prueba de toxicidad de las plantas, las medidas por la germinación, es el ideal en bioensayos.

Varnero et al. (2007) evaluaron el índice de toxicidad de la planta en desechos orgánicos durante el proceso de compostaje. En este sentido, se evaluó la sensibilidad de germinación de la lechuga (*Lactuca sativa*) y rabanito (*Raphanus sativus*). La conclusión es que el IG (índice de germinación) es una variable más sensible y completa que puede evaluar el grado de madurez químico requerido para el elemento de los materiales de compostaje. Este índice se considera particularmente útil y ha obtenido un mayor potencial tóxico de plantas.

2.4.4. Rendimiento

Para determinar el rendimiento, debemos saber que estamos experimentando el proceso de descomposición de la materia orgánica. La biomasa debe mineralizarse por el dióxido de carbono y los elementos minerales adoptados por las plantas. La transformación de los productos orgánicos complejos y estables de las reservas orgánicas del suelo se llama humus. Del 70 a 80% de residuos se mineralizan aportando de esta forma nutrientes para las plantas y de un 20 a 30% se convierten en humus. Se ha estudiado utilizando diferentes materiales ricos en nitrógeno y celulosa leñosa, evaluado y analizado los lotes de 90 días, y analizó una gran cantidad de compost. 50 % y volumen (Peña *et al.*, 2002).

Ekinci *et al.* (2004) realizó estudios sobre el efecto de la aireación como estrategia en el proceso de compostaje, un análisis detallado de los datos experimentales mostró que las estrategias de aireación produjeron diferentes perfiles de temperatura, humedad, CO₂, O₂ y descomposición. El flujo de aire unidireccional produjo el mayor gradiente de temperatura, humedad y descomposición en el lecho de compostaje. Al producirse condiciones adecuadas de aireación y temperatura, crea un ambiente propicio ideal para la proliferación de microorganismo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios y Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva que se encuentra ubicada en la región de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa, ciudad de Tingo María; geográficamente ubicada a 09°17'05" latitud sur, 76°01'07" latitud oeste, a una altitud de 660 m.s.n.m y ecológicamente considerada como bosques húmedo pre montano tropical (bh – PT); con una temperatura promedio anual de 24.8° C y una HR° media de 80%; con una precipitación pluvial de 3 660 mm (UNAS, 2010).

La Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios tiene dimensiones de 30 m x 15 m y se caracteriza por el techo de cemento, el piso de cemento, la pared del material noble (1.5 m) y la cuadrícula galvanizada (2.5 m). La duración de la etapa experimental es de 12 semanas, a partir de la primera semana de junio, y finalmente llegando a octubre.

3.2. Materiales y Métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Los materiales usados de manera principal son aquellos indispensables que se encuentran en la Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios, los cuales son; carretillas para el traslado de los insumos, palas y zapapicos para remover las excretas y abonos, mangueras y cilindros plásticos para la preparación de la cepa fermentadora.

Como equipos se utilizaron una balanza industrial de serie Z Missil F2-150K, con una capacidad de 150 kg y una sensibilidad de 20 g, para el control de la temperatura de los tratamientos se usaron termómetro de laboratorio, además se realizaron el uso de registros para el control de los tratamientos en evaluación.

3.2.2. Metodología

El proceso general para la obtención del abono orgánico de heces de vacuno se ha dividido en cuatro acciones descritas cronológicamente.

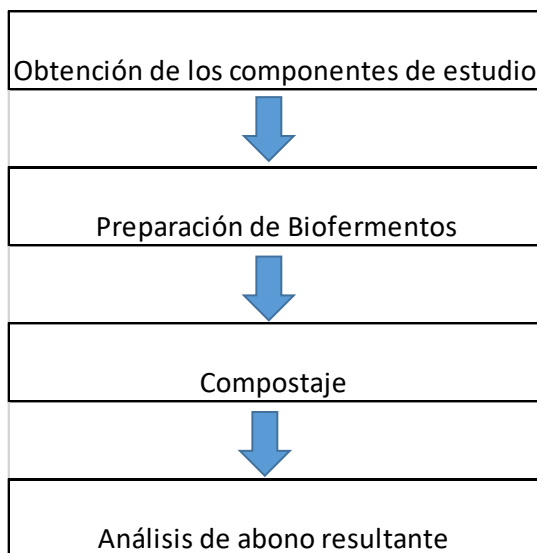


Fig. 1. Flujograma del proceso de obtención del abono orgánico de heces de vacuno

Obtención de los componentes de estudio

En nuestro proyecto tenemos dos componentes de estudio básicos, que son; Biofermento de montaña y de Bambusal.

Para la obtención del biofermento de montaña, fueron extraídos de mantillo de bosque virgen del BRUNAS (Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva), con una pala se delimitará un área de 4m^2 y se retiraron troncos grandes, se dejaron hojas parcialmente descompuestas y troncos pequeños que se encuentren en la parte superficial, luego se extrajo la primera capa de tierra con una profundidad de 10 cm.

Para la obtención del biofermento de bambusal, fueron extraídos de la primera capa de tierra de un bambusal con mayor antigüedad existente de la variedad *Gigantochloa apus* del BRUNAS, del mismo modo se retiraron residuos grandes y se dejaron restos de bambusal parcialmente descompuesto que se encontró dentro del área de 4m^2 y se extrajo la primera capa de tierra con una profundidad de 10 cm.

Ambas muestras fueron recolectadas con un peso aproximado de 40 kg y llevados a la Unidad de residuos para su posterior procesamiento.

Preparación de biofermentos

Ambos biofermentos fueron preparados siguiendo el mismo protocolo, la única diferencia fue su origen. Con los insumos en la unidad de residuos pecuarios, se pesaron de la siguiente manera:

Biofermento de montaña	Biofermento de bambusal
Mantillo de bosque 33 kg	Mantillo de bambusal 33 kg
Carbón 33 kg	Carbón 33 kg
Polvillo de arroz 33 kg	Polvillo de arroz 33 kg
Melaza 1.6 litro	Melaza 1.6 litro

López (2019)

Realizar una mezcla de suspensión completamente uniforme, y luego divídala en dos partes (50 kg por kilogramo); este proceso se llama fase sólida, que incluye proporcionar condiciones suficientes para la reproducción de microorganismos anaeróbicos y aeróbicos, por lo que la primera parte es de 100 kg a el cilindro de plástico de capacidad es conveniente para comprimir y estrechamente cerca para desarrollar un ambiente anaeróbico que desarrollen microorganismos anaeróbicos. Bosque o Bambusal se ha mntenido herméticamente durante 30 días, y la otra parte de la cubierta aún está al aire libre, lo que permite que se desarrollen microorganismos aeróbicos al mismo tiempo.

Después de 30 días, se realizó la fase líquida. Por esta razón, se utilizan dos cilindros de 100 L (montaña Mantillo y Bambusal). Se utilizó 12 kg de fermentación de fase sólida anaeróbico y 2 kg. de cepa de fase aeróbica, coloque la cepa sólida de 2 kg del proceso aeróbico en la bolsa del filtro y colóquela con una piedra dentro del cilindro para que no lo elevará. Luego agregue el agua a 2/3, mezcle con 4 litros de melaza y luego cubra el tercio restante del agua hasta que alcance los 100 litros. Finalmente, está estrechamente cerrado dejando reposar durante 15 días; desde entonces, el grupo de fermentación se ha preparado para aplicar.

Proceso de compostaje

Los residuos agropecuarios utilizados, fueron estiércol de bovino y cascarilla de arroz. El estiércol del vacuno fue recogido del establo de vacunos de la granja de la Facultad de Zootecnia, se llevó en una carretilla hasta la unidad de residuos pecuarios, que luego fue pesado con una balanza industrial de acuerdo a su C/N (relación carbono nitrógeno) y la cascarilla de arroz utilizado se recolectó de la piladora de arroz El Pescadito. La pila de compost tuvo sólo dos componentes (excretas de vacuno y cascarilla de arroz). La proporción de los insumos fue de acuerdo a las concentraciones de sus proporciones de N y C, siendo necesario iniciar con una relación de 30:1 o hasta 35:1.

De acuerdo a los análisis de laboratorio el estiércol de vacuno contiene una relación C/N de 51.44 y la cascarilla de arroz con unidades de 68.27, éstos valores encontrados inicialmente nos sugieren balancear su relación C/N, por tal motivo utilizamos por ruma 80 kg de cascarilla de arroz y 150 kg de estiércol de vacuno, teniendo un total de 230 kg cada ruma de compostaje.

El proceso de compostaje tuvo una duración de 37 días, debido a que desde el primer día se realizó las mediciones de temperatura y se realizaron volteos respectivos cada vez que la temperatura superó los 60 °C y al día 30 la temperatura no disminuía de los 40 °C, este valor nos indica que todavía el abono del proceso de compostaje no ha madurado, por tal motivo se esperó 7 días más hasta estabilizarse a temperatura ambiente. Los Biofermento fueron añadidos en forma de aspersión sólo el primer día a razón de 2 lt por ruma de 230 kg.

Análisis del abono resultante

Al obtener el abono cernido, éste fue llevado de forma hermética y directa con material libre de contaminantes hasta el laboratorio de Microbiología de la UNAS, donde se inició el reconocimiento de los grupos funcionales que son; Microorganismos aerobios viables (MAV), Microorganismos hongos y levaduras (HYL), Bacterias fijadoras de Nitrógeno (BFN), Lactobacillus (LACT) y Microorganismos Actinomicetos (ACTN). Estos cinco grandes grupos son los encargados de la degradación de la materia orgánica y de la liberación de nutrientes, por tal motivo se realizaron conteos de UFC (Unidades formadoras de colonias) de cada grupo funcional.

3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos que se utilizaron son los siguientes:

T1 = Residuos agropecuarios (excretas y cascarilla de arroz) + Biofermento de Montaña

T2 = Residuos agropecuarios (excretas y cascarilla de arroz) + Biofermento de Bambusal

3.4. Análisis estadístico

En el presente trabajo de investigación, para la determinación de las variables frecuencia de volteo, características químicas (macro - micro elementos), grado de maduración (germinación) y productividad del abono orgánico de excretas de bovino.

El diseño del completamente aleatorio (DCA) y el uso de dos canales biológicos diferentes y el uso de unidades experimentales de 230 kg y 6 repeticiones.

El modelo estadístico a emplear es la siguiente:

$$Y_{ijk} = u + A_i + E_{ij}$$

Dónde:

U = Media muestral

A_i = Efecto de los tratamientos en estudio (1, 2, 3 y 4) E_{ij} =

Error experimental

Realicé el análisis de varianza para determinar la importancia entre el tratamiento del 5 %. Para comparar el promedio del tratamiento, se usó el test de prueba DGC de error del 5 %. Para el procesamiento de datos, utilizará el programa estadístico de Infostat. Asimismo, se utilizaron herramientas de la estadística descriptiva, como intervalos de confianza al 95%, tablas de frecuencias, histogramas y gráficos descriptivos que permitan describir el comportamiento de las variables respuestas.

Las variables respuestas fueron analizadas en búsquedas de datos atípicos y se evaluará los supuestos del análisis de varianza. En laboratorio de Microbiología, los grupos funcionales microbianos que se obtuvieron son; Microorganismos aerobios viables (NMAV), Microorganismos hongos y levaduras (HYL), Bacterias fijadoras de Nitrógeno (BFN), Lactobacillus (LACT) y Microorganismos Actinomicetos (ACTN). Estos cinco grandes grupos son los encargados de la degradación de la materia orgánica y de la liberación de nutrientes, por tal motivo se realizarán conteos de UFC (Unidades formadoras de colonias) de cada grupo funcional.

El análisis estadístico en esta fase corresponde a variables cuantitativas discretas, por tal motivo se realizarán transformación de datos y obtener la normalidad de los datos.

3.5. Variables independientes

- Biofermento de montaña
- Biofermento de bambú

3.6. Variables dependientes

3.6.1. Calidad del abono obtenido a través de características físicas (temperatura, rendimiento y frecuencia de volteo), químicas (pH y macro - micro elementos) y maduración (prueba de germinación) del abono orgánico de residuos agropecuarios.

3.6.2. Cuantificación de UFC de Microorganismos aerobios viables (NMAV), Actinomicetos (ACTN), Lactobacillus (LACTB), Bacterias fijadoras de Nitrógeno (BFN) y Microorganismos hongos y levaduras (HYL).

3.7. Datos a registrar

3.7.1. Temperatura y pH

Con el uso de un termómetro digital Dial para tierra con temperatura máxima de 120 °C, se realizó la medición de la temperatura de cada repetición de forma diaria y constante, en tres puntos distintos y tres veces al día (8:00 am, 1:00pm y 6:00 pm) el cual será introducido por la parte superior y laterales de la ruma. Se registrará la temperatura por tratamiento – repetición y el control de temperaturas promedio por tratamiento.

3.7.2. Frecuencia de volteos

Para mantenimiento del compost, cada ruma que supere los 60 °C, se les realizará el volteo respectivo. Las temperaturas diarias fueron promediadas y analizadas de manera diaria para ver el cambio de fase térmica, además se realizará el conteo de volteos respectivos por cada ruma. Estos datos servirán para ver la cantidad de volteos usados por tratamiento.

3.7.3. Rendimiento

Se determinó el rendimiento en forma de porcentaje de acuerdo a su peso inicial (230 kg). Al finalizar el proceso se ha cernido cada ruma con zarandas (celdas 1cm x 1cm) y se midió el peso en kg del compost que pase el filtro de ambas zarandas. Además, se ha calculado el peso evaporado durante el proceso de compostaje.

3.7.4. Macro y microminerales

El análisis de macro y microminerales del compost se llevó a cabo al finalizar el compostaje (37 días) en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la selva (UNAS), se hará con el procedimiento digestión vía seca. Además para evitar distorsiones, se realizó el mismo análisis en la muestra de mantillo de montaña y bambusal.

Para determinar el Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn se usó el método de espectroscopia de absorción atómica (EAA) Varian Alemania, para determinar el fosforo se empleó el método Metavanadato y espectro UV visible – Thermo scientific USA. El azufre, se estableció con Turbidimetría del sulfato de bario y espectro UV visible – Thermo scientific USA. Asimismo, el Nitrógeno se determinó con el método de Kjendhal. Se realizó lecturas iniciales de cada componente del compost (cascarilla y heces de vacuno) al azar para mayor confiabilidad y al finalizar el compostaje (día 37), se realizaron una lectura por cada repetición, cada mineral esencial será analizado estadísticamente. Se registraron las proporciones brindadas por laboratorio y se procedió a verificar su normalidad, si no se cumple se procede a la transformación de datos.

3.7.5. Grado de maduración (Prueba de germinación)

En la medición del grado de maduración del compost y su evaluación como prueba de fitotoxicidad se realizó la metodología escrita por Tiquia (2000); el cual se siguieron los siguientes pasos en el laboratorio de Sanidad Animal y laboratorio de Pastos de la Facultad de Zootecnia:

Obtenga semillas de pepina (pepino) para evaluar el uso potencial de TI como instructor biológico tóxico de plantas. Para observar el papel del extracto de fertilizante orgánico con diferentes capas biológicas, el porcentaje de extensión de la raíz y germinación se midió en el tercer día. Para desarrollar extractos de fertilizantes orgánicos y usarlo en las

pruebas, pesando 10 g de cada muestra (repetida cada vez) y lo disuelve en 100 ml de agua destilada (relación 1:10). Luego, se mezclaron a 4 ° C durante 1 hora y se centrifugaron durante 15 minutos a 3000 rpm. La prueba se realizó en la placa de Petri y cubrió el fondo con tres capas de papel.

Se colocaron diez semillas de pepino (pepinos) en cada cena para separarlas. Posteriormente, agregue 4 ml al fertilizante en la placa y determine el tiempo de contacto y la fecha entre el sustrato. Compare la prueba con el tratamiento de control y agregue 4 ml de agua destilada. Mantenga el tablero a temperatura ambiente (25 ° C). Observe las semillas de germinación y cuente en el tercer día del documento, registre el porcentaje de germinación y mida el eje de embrión inferior de las semillas. Si las semillas no germinan, no se considera la longitud de la raíz. Evaluar el porcentaje de germinación relativa (PGR) de la siguiente fórmula, crecimiento relativo de la raíz (CRR) y el índice de germinación (IG):

$$\text{PGR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en el extracto}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{CRR} = \frac{\text{Elongación de radículas en el extracto}}{\text{Elongación de radículas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{IG} = \frac{\text{PGR} \times \text{CRR}}{100}$$

Además se realizó una prueba de germinación directa al finalizar el compostaje (día 37), cada repetición tendrá un cubículo con 2 kg de compost (abono final zarandeado) y en él se sembraron 50 semillas de pepino (*Cucumis sativus*) certificado (99 % de germinación), se evaluó la germinación al día quinto de sembrío, el resultado final fue expresado en porcentaje.

3.7.6. Cuantificación de grupos funcionales microbianos.

La cuantificación de los grupos funcionales microbianos fue obtenida en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Éstos análisis se realizaron al suelo inicial (obtenido de su lugar de origen), a los biofermentos en su forma líquida (50 ml de los diferentes biofermentos como muestra y se procedió a almacenarlos a 4°C) y al producto final obtenido (abono orgánico de heces de vacuno).

En el caso de suscribir muestras, están secos en el aire para detener el proceso biológico. Esto incluye el piso/rastrojo (formación de capa delgada) o bandeja de plástico en una habitación sin contaminantes, y fertiliza al menos 24 horas bajo temperatura

y humedad ambiental. El fertilizante carnívoro tiene un peso relativamente constante y una actividad biológica mínima.

Para poder realizar los recuentos, se procedió a seguir los siguientes pasos en laboratorio de acuerdo al grupo funcional microbiano a encontrar.

Recuento de microorganismos aeróbicos viables

Llevó a cabo un peso de 10 gramos de muestras de suelo. Más tarde, usó 90 ml de solución a una sopa de alcohol de glicol al 0.1 %, que se diluyó por 10^{-1} , y luego tomó 1 ml de inculo. El tubo de sopa Peptonado se diluirá 10^{-2} . Del mismo modo, para la dilución final de 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} , la inoculación de 1 ml se elimina por profundidad, y se agrega repetidamente el método de siembra del 1 % de Manitol Agar+, y elimina un vacío Destructor Manitol. Calculando las colonias del dispositivo.

Para este recuento, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\frac{mol}{g} \text{ de muestra} = \# \text{ de colonias} * \text{inoculo de siembra} * \text{el factor de dilucon}$$

El resultado está representado por UFC/ML o UFC/G. Cuente la placa duplicada y obtenga el valor promedio de dos tableros, y aplique fórmulas. Las colonias de Petri Caja deben estar dentro de 30 a 300 colonias.

Siembra

Este proceso se lleva a cabo con la ayuda del mango. Comienza con una vacunación de 0.25 ml y siembra en la placa en Platón. Hatch a temperatura ambiente. 24 A 48 horas, observó el aumento en las celdas de inundación.

Recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre

Pesando 10 g o fertilizante húmedo, y luego diluya la botella con una sopa de alcohol de glicol de peptonado de 90 ml a la concentración de 10^{-1} . Hay una tubería de 9 ml de Peptonado. Después de la dilución final, a la temperatura de 37°C a un Temperatura de 37°C , la dilución de 10^{-2} después de la dilución final es igual a la dilución 10^{-3} . Use cada fórmula de número de gramo.

fórmula:

M.O/G = Número de cereque de muestras*Sembrado y vacunación*Factor diluido.

Recuento de actinomicetos

El suelo seco o el suelo húmedo que pesaba 10 g, con una caldo peptonado de Manitol Peptonado de 90 ml, tomó una botella. Luego, diluya a 10^{-1} , filme la primera dilución a 1 ml 1 ml de la primera dilución y lleva la primera dilución a la tubería con 9 ml. Diluta el líquido diluido a 10^{-2} para diluir 10^{-3} , y el La sustancia de inoculación de 1 ml diluida final se sembró en el proceso de profundidad, con el medio AGAR ACTINOMICETOS incubaron a temperatura ambiente de 3 a 5 días, el número de colonias fue contado por las colonias. Aplicar una enumeración por gramo de microorganismo.

fórmula:

M.O/g muestra = #*plántulas de las colonias*Sembra y factor diluido.

Recuento de lactobacillus

El suelo seco o la muestra de suelo húmedo que pesa 10 g, luego coloque la sopa de 90 ml de Peptonado Manitol en la botella y luego la diluya a una concentración de 10^{-1} para filtrar el primer 1 ml diluido de la primera dilución. La primera dilución a la que trajeron se diluye a uno. El tubo se diluye con una caldo Peptonado Manitol de 9 ml, y luego se diluye a una concentración de 10^{-2} . Lo incuba 24 horas y finalmente cuenta las colonias. Con este fin, se utilizan los microorganismos de los microorganismos por gramo..

Formula:

M.O/g de muestra = Número de colonias*(inoculo de siembra)*(el factor de dilución).

Recuento de reino fungi (hongos y Levaduras)

Pese 10 gramos de muestras de suelo, luego transfiera 90 ml de caldo al 0.1 % a la botella, luego diluya a la concentración de 10^{-1} , y luego traiga la inoculación de 1 ml a los 9 ml de sopa de carne Peptonado, que será una dilución de 10^{-2} , diluya la última dilución de la misma manera y tome 1 ml de inoculación a 1 ml de inoculación. Repita el 4 % de salsa glucada. Con el cálculo de la población de la población colonial, use la fórmula descrita a

continuación:

M.O/G = Número de cereque de muestras*Sembrado y vacunación*Factor diluido

El resultado está representado por UFC/ML o UFC/G.

Cuente la placa duplicada y elimine el valor promedio de las dos tablas y aplique fórmulas.

Aislamiento bacteriano del suelo

Coloque 10 kg en la botella en la botella, use una botella de 90 ml en una botella de 90 ml y use la sopa de proteínas o el apretón de Wright (Wright) 4 con 9 ml de proteasa o sopa Wright (en el tubo 10^{-4}), Siembra, debido a la propagación de la superficie, en el tablero con contenido de glucosa de 4 % +antibióticos (Ceftriaxona 1g), en la inoculación de rayas con un mango o rayas de siembra con mango de siembra.

Se incubaron de 48 a 5 días a 30 ° C:

Observó el desarrollo de colonias fúngicas y notaron las características más sobresalientes, y conservaron la placa de desarrollo fúngico refrigerado.

Para identificar, la tecnología de microcultura de las colonias que crecen en la separación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad del abono orgánico

Para determinar la calidad del abono orgánico, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros evaluados:

4.1.1. Temperatura y pH

En la Tabla 1, se muestran los promedios en temperatura y pH que fueron evaluados de manera diaria y registrados cada seis días, se observa que en el día uno hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$), las rumas de compostaje inician con temperaturas de 28.06 °C y 25.33 °C, para los abonos composteados con cepa fermentadora de montaña (T1) y bambú (T2) respectivamente, las temperaturas tomadas al primer día muestran que el T1 inició la actividad microbiana antes que el T2 al incrementarse la temperatura, a pesar de eso ambos se encuentran en etapa mesotérmica, según Sandoval (2003) la etapa mesotérmica inicia al tener temperaturas elevadas de 20°C hasta 40°C y pueden iniciar desde las 24 h hasta las 72 h de iniciar las rumas. En nuestro trabajo de investigación el primer día ya se observan temperaturas mayores de 20 °C.

La etapa termogénica (40°C hasta 65°C) la podemos apreciar desde el día 2 y se mantiene hasta el día 27, ésta es la etapa donde se produce mayor acción de los Bacilos y actinomicetos termófilos (Sandoval 2003:72). Al culminar la etapa termófila (< 40°C) regresa a una etapa mesotérmica y entra a un estado de maduración, ésta etapa debe mantenerse hasta obtener la temperatura inicial el cual ocurre al día 37.

Según Ekinci et al. (2004) Los microorganismos que se beneficiaron con la temperatura correcta fueron los mismos que descomponen la materia orgánica del residuo produciendo calor. Este calor causa cambios en la temperatura de la pila dependiendo de otros factores para adaptarse al mejor intervalo, el tamaño de la pila, las condiciones ambientales y los tipos de sujeción de aire.

Tabla 1. Temperatura y pH promedio evaluado cada 6 días de los abonos orgánicos elaborados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar)

Tratamiento	Número de días						
	1	7	13	19	25	31	37
	Temperatura (C°)						
T1	28.06 \pm 0.45 ^a	47.48 \pm 0.62	43.19 \pm 0.79	42.33 \pm 0.60	40.09 \pm 0.33	33.34 \pm 0.20	31.36 \pm 0.21
T2	25.33 \pm 0.52 ^b	47.05 \pm 1.39	44.26 \pm 0.35	41.45 \pm 0.20	39.94 \pm 0.15	33.07 \pm 0.21	31.34 \pm 0.40
p - valor	0.00260	0.78	0.24	0.19	0.69	0.38	0.95
CV	4.45	5.57	3.40	2.59	1.57	1.49	2.50
	pH						
T1	5.67 \pm 0.17	6.99 \pm 0.05	7.22 \pm 0.05	7.64 \pm 0.04	7.53 \pm 0.06	7.63 \pm 0.05	8.58 \pm 0.05
T2	5.67 \pm 0.17	7.22 \pm 0.09	7.17 \pm 0.06	7.64 \pm 0.05	7.57 \pm 0.06	7.65 \pm 0.02	8.53 \pm 0.10
p - valor	0.9999	0.05	0.51	0.92	0.57	0.75	0.63
CV	7.20	2.59	1.95	1.44	1.85	1.29	2.29

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambu, CV: Coeficiente de variación.

En la evaluación del pH, observamos que no hay diferencia en los datos registrados cada 6 días ($p < 0.05$), pero podemos notar que comienza a la velocidad del pH ácido (5.67) y con el tiempo, se eleva gradualmente. al culminar el tiempo más alto del día 37, el valor de pH de T1 fue de 8.58 y T2 fue de 8.53. Según las opiniones de Sundberg *et al.* (2004), debido a su papel en los microorganismos, el pH tiene un impacto directo en el compost. Esta variable se utiliza para estudiar la evolución del compost, porque si las condiciones anaeróbicas innecesarias se crean en cualquier momento, el pH disminuye.

En la Fig. 1 observamos la dinámica de temperatura de forma diaria, los tratamientos al tener las mismas condiciones, no mostraron diferencia en su dinámica, no obstante, podemos resaltar el ascenso rápido al segundo día de iniciado el compostaje, hasta obtener temperaturas promedio de 58°C y luego tener un descenso gradual térmico hasta el día 37 que se estabiliza, hasta llegar a una temperatura promedio de 31 °C.

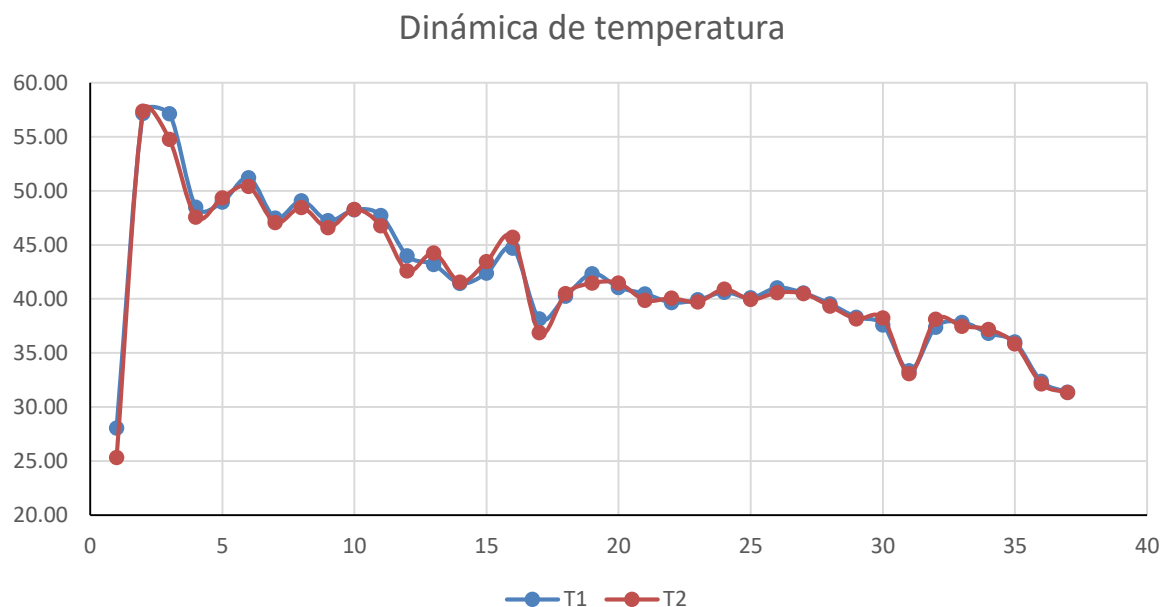


Fig. 1. Dinámica de temperatura de los abonos orgánicos elaborados con cepa fermentadora de montaña (T1) y de bambú (T2)

En la dinámica de temperatura se puede distinguir las etapas térmicas adecuadas del proceso de compostaje (Sandoval, 2003), la primera etapa mesotérmica I ($10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$) que se manifestó el primer día, la segunda etapa termogénica ($40^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$) que inició el día 2 y duro hasta el día 27 y la siguiente etapa mesotérmica II ($20^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$), inicia el día 28 hasta el día 37. Existe una última etapa de latencia que ocurre cuando el abono en compostaje ya no tiene actividad térmica (se mantiene a temperatura ambiente) y generalmente se aprecia cuando desde su maduración y reserva para venta del abono.

En la Fig. 2 se muestra la dinámica del pH de las rumas de compostaje con cepas fermentadoras de montaña y bambusal, iniciando con 5.5 y conforme aumentó la temperatura (a partir del día 2) el pH también ascendió y se mantuvo constante hasta el día 25, luego de manera gradual fue subiendo conforme va madurando el abono (25 al 37), al culminar el proceso, llegando al último día de evaluación y con la temperatura estable el pH llega a mantenerse en rangos superiores de 8.

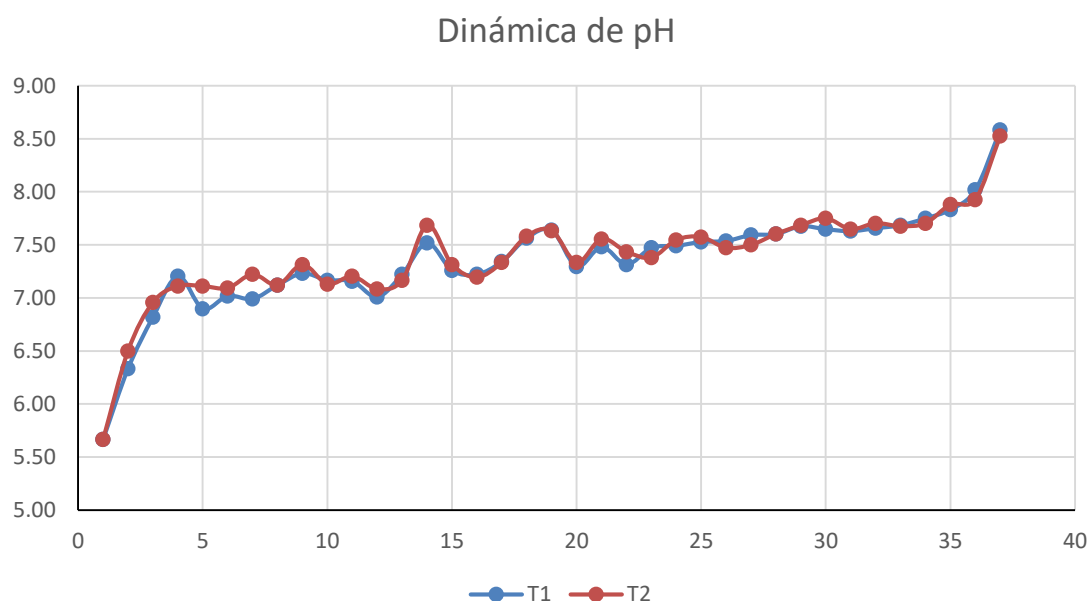


Fig. 2. Dinámica de pH de los abonos orgánicos elaborados con cepa fermentadora de montaña (T1) y de bambú (T2)

Durante todo el proceso de compostaje, se observa leves disminuciones del pH y un ascenso progresivo, concordando con Sánchez *et al* (2001) este ascenso sucede al coincidir con la fase termogénica del compostaje, donde se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas.

4.1.2. Rendimiento

En la Tabla 2 observamos el rendimiento general de los abonos orgánicos obtenidos del compostaje, donde no muestran diferencia estadística tanto en rendimiento como en residuo. Las rumas de compostaje iniciaron con 230 kg (100 %) y del porcentaje general, al cernir con celdas de 1cm x 1 cm, pudimos obtener 60.89% de abono orgánico listo del T1 y 57.79 % del T2.

Al realizar el cernido hemos obtenido residuos del abono que superan el diámetro de 1cm x 1 cm, cuyos valores ascienden al 10.42% y 10.09 % con respecto al T1 y T2, residuos que pueden ser utilizados en complemento a otros procesos de compostaje. El valor residual por diferencia es la pérdida en gases, es decir, contenido del abono orgánico volatilizado al medio ambiente, proceso natural de pérdida al generarse el incremento de temperatura por acción microbiana y desdoblamiento de nutrientes.

Tabla 2. Rendimiento productivo de los abonos orgánicos composteados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar)

Tratamientos	Rendimiento Productivo (%)			
	Fracción Fina	Fracción gruesa	Fracción gaseosa	Frecuencia de Volteo (unid)
T1	60.89 \pm 1.65	10.42 \pm 1.15	28.69 \pm 2.74	6.17 \pm 0.31
T2	57.79 \pm 1.33	10.09 \pm 1.03	32.12 \pm 2.16	6.33 \pm 0.33
p - valor	0.17590	0.84	0.35	0.7208
CV	6.20	26.15	19.85	12.56

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambu, CV: Coeficiente de variación.

Los datos obtenidos en nuestra investigación excedieron los datos de Huaraca (2020), que obtuvo 41.49 % de rendimiento, al usar heces de bovino con pollaza y similar a Huamán (2018), con 58.03 % de rendimiento al usar heces de vacuno y coronta, con estos resultados, Peña *et al.* (2002) mencionaron que durante el proceso de compost, en los parámetros físicos, la velocidad de pérdida de peso debe ser del 2 % por día, que es el 40 % original al peso inicial, que también que cuando la ruma se redujera en aproximadamente un tercio del total, era maduro.

En la frecuencia de volteo, se evaluaron las veces que se llegaron a voltear las rumas durante todo el proceso (37 días), siendo en promedio 6.17 veces para el T1 y 6.33 veces para el T2, cabe resaltar que no existieron diferencias estadísticas y que la mayor parte de los volteos se realizaron dentro de la primera semana (5 a 6 veces), luego al día 20 se realizó un volteo de uniformización a todas las rumas para que la parte externa ingrese y continúe el proceso de descomposición.

Moneva (2020) indica que es aconsejable realizar el volteo cada vez que la ruma ascienda de los 60 °C y realizarlo esencialmente mientras dure la etapa termófila, este dato puede variar de 5 hasta 15 volteos por pila, dependiendo de los sustratos utilizados que brinden el factor de aireación y de las condiciones climatológicas del lugar donde se realice el compostaje.

4.1.3. Parámetros químicos

En la Tabla 3 podemos observar diferentes parámetros evaluados al obtener el abono orgánico composteado de heces de vacuno, tanto en base húmeda y en base seca. En los parámetros de base húmeda no se observan diferencias estadísticas a excepción del indicador de Conductividad Eléctrica (CE) y en los parámetros en base seca se observan diferencias estadísticas tanto en Materia orgánica y Cenizas.

Tabla 3. Características generales de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar)

Tratamiento	Base húmeda				Base seca		
	pH	CE (dS/m)	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia orgánica (%)	Cenizas (%)
T1	9.54 \pm 0.12	0.567 \pm 0.82a	43.08 \pm 3.16	46.04 \pm 2.48	10.88 \pm 0.73	80.93 \pm 0.41b	19.07 \pm 0.41a
T2	9.45 \pm 0.15	0.523 \pm 0.35 ^b	39.67 \pm 1.57	49.86 \pm 1.31	10.48 \pm 0.37	82.64 \pm 0.41 ^a	17.36 \pm 0.41 ^b
p - valor	0.6486	0.0007	0.3556	0.204	0.6318	0.0155	0.0155
CV	3.49	2.86	14.77	10.14	13.24	1.24	5.56

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. CE: Conductividad Eléctrica. T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de Bambu, CV: Coeficiente de variación.

En las características en base húmeda, se observan que ambos abonos poseen un pH alcalino, Peña *et al* (2002) nos menciona que la degradación orgánica se inhibe a pH bajos, por lo tanto, el pH ideal en abonos orgánicos maduros debe ser superior de 7.5 debido a la relación pH aireación-microorganismos existentes en el proceso, por lo que, si el pH se mantiene por encima de este valor, es síntoma de una buena descomposición.

En cuanto a la conductividad eléctrica podemos observar diferencias estadísticas, con mayor valor para el T1 con 0.567 dS/m, seguido de 0.523 dS/m para el T2, estos valores son menores a lo reportado por Iliquín (2014), que reportó valores de 5.02 dS/m en su proceso de compostaje de residuos de camal y Castillo (2015), que obtuvo valores de 5.4 dS/m hasta 11.0 dS/m, en su investigación de compostaje de residuos orgánicos urbanos con EM (microorganismos eficientes) comercial.

Bárbaro, *et al* (2014) opinan que la concentración de sales solubles en la solución inferior se midió por CE. La CE es la medición de la capacidad de corriente impulsada por el material. Cuando la corriente pasa a través de su movimiento actual, mayor será el valor. Esto significa que cuanto mayor es el CE, mayor es la concentración de sal. Se recomienda que el CE del sustrato sea más bajo. Si es posible, es inferior a $1DS M^{-1}$. El bajo CE promueve la gestión de la fertilización y evita problemas debido a la toxicidad de los cultivos.

En los datos de base seca, se resaltan los valores de materia orgánica y cenizas (material mineral), donde se observan diferencias estadísticas con valores de 80.93 % para el T1 y 82.64% para el T2 en materia orgánica y 19.07 % para el T1 y 17.36 % para el T2 con respecto a Cenizas (contenido mineral), los valores obtenidos de materia orgánica son superiores a lo reportado por Huaraca (2020), que obtuvo valores de 73.20% y 71.69% de materia orgánica para sus protocolos 1 y 2 en el compostaje de heces de vacuno con pollaza, cabe resaltar que al comparar la materia orgánica con las cenizas, el T1 presenta menor cantidad de materia orgánica pero mayor porcentaje de cenizas y el T2 presenta mayor contenido de materia orgánica con menor porcentaje de cenizas.

Según la FAO (1991), el rango de materia orgánica en su valor es de entre 25 % y 80 %. Además del compost final, la cantidad inicial causada por la descomposición se basa en su conversión en minerales. Pablo & Clark (1996), propone rangos aceptables de minerales aceptables (10 % y 20 %). Según estos datos, los dos tratamientos son diferentes. Ambos están dentro del rango aceptable de fertilizantes de calidad orgánica. El contenido de la materia orgánica y los minerales es suficiente.

4.1.4. Macrominerales

En la Tabla 4, se detalla los valores de macrominerales de los abonos obtenidos con dos tipos de biofermento las cuales fueron evaluadas en base seca, se reportan las concentraciones de macrominerales del abono composteado con diferentes biofermentos, resaltan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en valores de P_2O_5 (Fósforo), K_2O (Potasio) y Ca (Calcio).

Tabla 4. Macrominerales de los abonos orgánicos composteados con diferentes biofermentos (media \pm error estándar)

Tratamiento	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	Na
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Cascarilla A.	0.62	0.044	0.033	0.054	0.02	0.003
Excretas V.	0.79	1.421	0.500	0.730	0.064	0.088
T1	1.29 \pm 0.11	0.39 \pm 0.01 ^a	1.21 \pm 0.03 ^b	0.71 \pm 0.01 ^a	0.07 \pm 0.001	0.06 \pm 0.001 ^b
T2	1.10 \pm 0.05	0.28 \pm 0.01 ^b	1.35 \pm 0.01 ^a	0.55 \pm 0.01 ^b	0.06 \pm 0.002	0.07 \pm 0.002 ^a
p - valor	0.169	<0.0001	0.0026	<0.0001	0.0979	0.0005
CV (%)	17.95	7	4.8	4.31	6.02	5.83

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambú, CV: Coeficiente de variación.

Los valores de Nitrógeno no muestran diferencia estadística ($p > 0.05$), en el proceso de compostaje utilizado, nuestra principal fuente de nitrógeno fueron las heces de vacuno, que generalmente tiene valores alto, tal como lo obtuvo Huaraca (2020) con 1.88% de nitrógeno en heces, hasta valores de 2.07 % reportado por Sevillanos (2021), sin embargo, al iniciar el trabajo de investigación podemos observar valores iniciales de nitrógeno en las heces de vacuno con 0.79% y se puede observar que a pesar de tener valores relativamente bajos, se han podido obtener valores aceptables de Nitrógeno de 1.29% para el T1 y 1.10 % para el T2, éstos valores se encuentran dentro de los rangos esperados para un compost y bokachi de calidad, donde se reportan valores ideales de 0.9% hasta 1.5% de nitrógeno de acuerdo con Soto (2004) también señaló que estas áreas serán diferentes según la gestión de las materias primas de acuerdo con la gestión del compost, la mezcla de materiales y los tipos de procesos.

En los niveles de fósforo (P_2O_5) encontramos diferencias estadísticas ($p < 0.05$) donde el T1 contiene mayor concentración de fosforo con 0.39 %, a comparación del T2 que tiene 0.28%, estos datos son similares a lo reportado por Huamán (2018), que presenta 0.35 % de fósforo en la elaboración de compost de heces de vacuno con coronta, pero son menores a lo reportado por Huaraca (2020) con 1.89 % de P_2O_5 en compost heces de vacuno con pollaza y Sevillanos (2021) con 2.07 % de P_2O_5 en compost de heces de vacuno y estiércol de pollo, este hecho es explicado por Bueno et al. (2020) señalaron que la cantidad nutricional de compostaje puede cambiar de acuerdo con las materias primas y la actividad microbiana, porque el fósforo juega un papel básico en los compuestos celulares ricos en energía en células..

Los niveles de K_2O presentes en el abono, manifiestan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con valores altos de 1.35 % de K_2O para el T2 y menor de 1.21 % de K_2O para el T1, estos valores son superiores a lo reportado por Huamán (2018) que manifiesta valores de 0.56 % de K_2O en el compost de heces de vacuno con pollaza y menores a lo reportado por Sevillanos (2021) que presenta 3.17 % de K_2O utilizando microorganismos de bosque natural y Huaraca (2018) que presenta 6.86 % de K_2O , estas diferencias se muestran debido al origen de la materia prima utilizada y además Alexander (1981) manifiesta que los microorganismos influyen en la descomposición sobre el nivel de potasio aprovechable en residuos vegetales y al no tener grandes cantidades al inicio del abono (0.5 % K_2O en Heces), éste pudo haberse manifestado por los restos vegetales de pasto Camerún presentes en las heces de bovino.

Dentro de los niveles de Ca, Na y Mg, podemos resaltar que existen diferencias estadísticas en valores de Ca y Na, donde se obtiene valores de 0.71 % de Ca para el T1 y 0.55% de Ca para el T2, además de tener valores diferenciados en Na con 0.06 % para el T1 y 0.07% para el T2, nuestros valores son mayores a lo reportado por Huamán (2018), que muestra 0.28% de Ca y similar en Na que obtuvo 0.06 % para compost de heces con pollaza, además nuestros valores se encuentran inferiores a lo reportado por Sevillanos (2021) y Huaraca (2020) que obtienen valores desde 0.8 % hasta 2.40 % de Ca y 0.5 % hasta 0.73% de Na, éstos datos altos corresponden a la adición mineral por el uso de materias primas que lo incrementan como la ceniza, que fue utilizado en la elaboración del compost en ambos autores.

4.1.5. Microminerales

En la tabla 5, podemos observar los niveles de microminerales encontrados tanto en la materia prima utilizada y en el abono obtenido al final del proceso de compostaje, dentro de todos los microminerales se observa que todos los valores tienen diferencia estadística ($p < 0.05$) resaltando valores más altos de Cu, Mn y Zinc por el T2 a comparación del T1 y con excepción de Fe, cuyo valor es mayor en el T1.

Tabla 5. Microminerales de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar)

Tratamiento	Microminerales			
	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn (ppm)
Cascarilla A.	259.463	1.815	68.336	8.542
Heces V.	1346.81	27.837	309.154	73.608
T1	537.50 \pm 15.25 ^a	7.31 \pm 0.31 ^b	250.11 \pm 7.03 ^b	39.57 \pm 0.44 ^b
T2	432.72 \pm 40.60 ^b	9.63 \pm 0.11 ^a	303.74 \pm 5.88 ^a	51.03 \pm 1.48 ^a
p - valor	0.0363	<0.0001	0.0002	<0.0001
CV	15.49	6.78	5.73	5.91

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambú, CV: Coeficiente de variación.

En niveles de Fe podemos observar que el T1 tiene 537.50 ppm, mayor cantidad que el T2 con 432.72 ppm, estos valores son superiores a lo reportado por Huamán (2018) que reporta 250.2 ppm de Fe usando solo dos componentes en compostaje (heces y pollaza) al igual que el presente estudio, al mismo tiempo son datos inferiores a lo reportado con Huaraca (2020) y Sevillanos (2021) que reportan valores superiores debido a que dentro de su materia prima de compostaje agregaron fuente mineral (ceniza) que aumentaron éstos valores.

A pesar de utilizar solo dos materias primas en este proceso de compostaje, los niveles de microminerales han sido influenciados por la fuente de microorganismos utilizando diferentes biofermentos, resaltando que el T2 (biofermento de bambu) ha obtenido mayor cantidad de Cu con 9.63 ppm, Mn con 303.74 ppm y Zn con 51.03 ppm a comparación del T1

que obtuvo cantidades menores, de acuerdo con esto Vandevivere (1995), la medición biológica microbiana se realiza para determinar los nutrientes disponibles en los fertilizantes orgánicos, lo que indica que la parte de mineralización de los fertilizantes orgánicos controla la riqueza microbiana, la cantidad total y sus formas de aplicación por múltiples factores y sus formularios de aplicación.

4.1.6. Maduración mediante prueba de germinación

En la evaluación de maduración y fitotoxicidad, se elaboró un extracto del abono y se usó como medio principal para germinar semillas de pepino (*Cucumis sativus*), en la Tabla 6 podemos observar que no se muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos usando diferentes biofermentos ($p > 0.05$), ambos abonos mostraron crecimiento radicular y germinación de la semilla.

Tabla 6. Pruebas germinativas en semillas de pepino (*Cucumis sativus*) de los abonos orgánicos composteados con diferentes cepas fermentadoras (media \pm error estándar).

Germinación				
Tratamiento	CRR (%)	PGR (%)	IG (%)	Siembra Directa
T1	96.03 \pm 9.91	91.18 \pm 8.82	87.63 \pm 12.44	72.33 \pm 4.86
T2	74.21 \pm 5.52	108.82 \pm 2.94	81.23 \pm 8.47	79.00 \pm 7.35
p - valor	0.10280	0.1065	0.6858	0.4668
CV	18.85	13.15	25.21	20.17

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. CRR: Crecimiento radicular relativo, PGR: Porcentaje de germinación relativo, IG: Índice general de germinación, T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambú, CV: Coeficiente de variación.

El crecimiento radicular relativo (CRR) mide el crecimiento del hipocotilo de las semillas de pepino al comparar el uso del extracto de abono con agua destilada (Control), el T1 presenta un CRR de 96.03% y el T2 un CRR de 74.21 %, estos valores son similares a lo reportado por Urriola *et al.* (2021) que obtuvo 76.33 % de CRR de un abono peletizado con estiércol de bovino y aves, usando semillas de pepino, estos niveles aportan evidencia de que el empleo integrado de microorganismos en compost con solo dos materias primas, y diferentes biofermentos no presentan un efecto inhibitor en desarrollo radicular del cultivo de prueba.

Al evaluar el porcentaje de germinación relativo (PGR), se puede observar que no se encuentran diferencias estadísticas ($p > 0.05$) reportando con 91.18% de PGR para el T1 y 108.82% (supera al control que fue 100%) de PGR para el T2, estos valores similares a lo reportado por Camacho (2018), germinado con microorganismos de montaña y semillas de pepino, y obtuvo el 93.70 % de compostaje en compost. Basado en Varnero, etc. (2007), el valor de germinación por debajo del 80 % se considera un desechos orgánicos inmaduros, es decir, un agente tóxico vegetal que aún no se ha metabolizado por completo.

Podemos observar el índice de germinación (IG) en ambos procesos, de acuerdo con los datos de Zucconi et al., Estos valores son superiores al 80 %. (1981), determinaron que el valor de $I_g \geq 80$ % indica que no hay sustancia tóxica o concentración de plantas, y considerando el estado "maduro" de fertilizante, el agente tóxico existente en el fertilizante orgánico de las plantas se observa bajo la existencia. Si el fertilizante orgánico aún no ha estado estable y maduro de una manera correcta, encontrará que las sustancias tóxicas que pueden afectar la germinación de la semilla.

Al realizar el sembrío directo, se mostraron niveles menores del 80 % de germinación, obteniendo un 72.33 % en el T1 y un 79 % en el T2, esto ocurre, según Vandevivere (1995) porque el sembrío directo no contiene factores controlados tales como la humedad constante, temperatura y pH, debido a que éstos parámetros estarán influenciados por factores externos que son difíciles de controlar, por tal motivo se recomienda realizar pruebas germinativas en ambientes controlados tal y como se realizó en la metodología de Tiquia (2000).

4.2. Grupos funcionales microbianos

4.2.1. Unidades formadoras de colonias

Para realizar la comparación entre tratamientos se ha transformado los datos originales (UFC/g) a logaritmo neperianos para poder tener datos en una distribución normal y con coeficiente de variación aceptable. Se tomaron muestras de las heces de bovino en estado fresco, del suelo inicial de montaña y bambú y otra muestra de los biofermentos en forma líquida para su recuento microbiano de grupos funcionales en forma de referencia. Se obtuvieron Unidades formadoras de colonias (UFC) de Numero de microorganismos aerobios viables (NMAV), Actinomicetos (ACTN), Lactobacillus (LACTB), Bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) y Hongos y Levaduras (HYL).

En la Tabla 7, podemos observar en los valores iniciales referenciales, que a comparación del suelo inicial (Montaña y bambú), las heces de bovino fresco mostraron altas cantidades de microorganismos aerobios viables, éstos son aquellos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 29°C a 36°C, del cual Sierra *et al* (2016), nos menciona que estas cantidades son potencialmente patógenos como bacterias, virus y parásitos que incluyen hasta *Escherichia coli* y *Salmonella*, esto nos demuestra que no necesariamente las grandes cantidades presentarán microorganismos benéficos. En las muestras referenciales también se pueden observar que al realizar el conteo de actinomicetos (ACTN) y Hongos y levaduras (HYL), el suelo de bambú supera a las heces de vacuno y al suelo de montaña, sin embargo, en los valores de Lactobacillus (LACTB), las heces de vacuno es el único que las presenta a comparación del suelo de origen, esto debido a los microorganismos existentes en el sistema digestivo que son arrastrados hasta las heces del vacuno.

Tabla 7. Unidades formadoras de colonias encontradas desde el suelo hasta la obtención de los abonos orgánicos composteados con diferentes Biofermentos (media \pm error estándar)

Condición	Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g)				
	NMAV	ACTN	LACTB	BFN	HYL
Suelo Montaña	32 x 10 ³	65 x 10 ³	0 x 10 ³	17 x 10 ³	2 x 10 ³
Suelo Bambu	14 x 10 ³	169 x 10 ³	0 x 10 ³	18 x 10 ³	17 x 10 ³
Heces vacuno	127 x 10 ³	105 x 10 ³	4 x 10 ³	32 x 10 ³	1 x 10 ³
BF. Montaña	22 x 10 ³	14 x 10 ³	8 x 10 ³	11 x 10 ³	4 x 10 ³
BF. Bambu	12 x 10 ³	22 x 10 ³	7 x 10 ³	13 x 10 ³	4 x 10 ³
Tratamiento	NMAV	ACTN	LACTB	BFN	HYL
T1	(531.33 \pm 95.64) x 10 ³	(454.00 \pm 127.40 ^a) x 10 ³	(27.50 \pm 5.28) x 10 ³	(13.67 \pm 2.46) x 10 ³	(6.00 \pm 0.68 ^b) x 10 ³
T2	(505.33 \pm 21.88) x 10 ³	(144.50 \pm 50.96 ^b) x 10 ³	(18.17 \pm 2.95) x 10 ³	(13.00 \pm 2.21) x 10 ³	(9.50 \pm 1.18 ^a) x 10 ³
p - valor	0.86830	0.0374	0.2066	0.9710	0.0218
CV	2.64	7.45	5.28	5.20	3.24

ab: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas por el Test de Tukey 5%. NMAV: Número de microorganismos aerobios viables, ACTN: Actinomicetos, LACTB: Lactobacilos, BFN: Bacterias fijadoras de Nitrógeno, HYL: Hongos y Levaduras, BF.: Biofermento, T1: Abono de cepa fermentadora de montaña, T2: Abono de cepa fermentadora de bambú, CV: Coeficiente de variación.

Al realizar el conteo de UFC en los biofermentos (BF) de montaña y de bambú en forma líquida, podemos observar que todavía existen presencia de microorganismos en cada uno de los grupos funcionales el cual resalta que el biofermento de Montaña es superior en UFC de NMAV (22×10^3) y LACTB (8×10^3), a comparación del biofermento del bambú que es superior en UFC de ACTN (22×10^3) y BFN (13×10^3), además cabe destacar que las cantidades de HYL son similares con 4×10^3 UFC.

En la parte inferior de la Tabla 7 se realizaron análisis estadísticos para comparar el recuento de unidades formadoras de colonias presentes en diferentes grupos funcionales en ambos abonos con diferentes biofermentos, podemos observar que en el primer grupo funcional en el recuento de número de microorganismos aerobios viables (NMAV), ambos tratamientos no muestran diferencias estadísticas ($p > 0.05$) mostrando al T1 con 531.33×10^3 ufc/g NMAV y el T2 con 505.33×10^3 ufc/g NMAV, estos valores son superiores a lo reportado por Kaqui (2021), quien presentó hasta un máximo de 68×10^3 ufc/g en el compost obtenido con diferentes materias primas (incluyendo roca fosfórica) y con el uso de inóculos de microorganismos formulados de acuerdo a la metodología de M y F Orgánicos E.I.R.L, incluso superiores a lo reportado por Rengifo (2011), que muestra valores de hasta 123×10^3 ufc/g NMAV del bokashi elaborado con gallinaza, tierra y cascarilla de arroz, estas comparaciones resaltan lo mencionado por Vandevivere (1995), el cual resalta que otro factor importante al momento de realizar compost o bokashi, aparte de la materia prima utilizados, el factor microbial tanto en su forma de preparación y aplicación influye en los resultados al evaluar las cantidades microbianas.

Al evaluar la población microbiana de Actinomicetos, podemos ver que el T1 es superior con 454×10^3 ufc/g ACTN a comparación del T2 con 144.5×10^3 ufc/g estadísticamente ($p < 0.05$), ambos datos encontrados son mayores que los obtenidos por Kaqui (2021), quien reportó datos máximos de 82×10^3 ufc/g ACTN, elaborando compost obtenido con diferentes materias primas (incluyendo roca fosfórica) y con el uso de microorganismos de bosque natural, estas diferencias pueden deberse a la metodología utilizada al momento de la elaboración de los microorganismos (Vandevivere, 1995) debido a que solo utilizaron polvillo de arroz y melaza en su elaboración de fase sólida y además pueden presentarse diferencias entre tratamientos debido a la variabilidad existente de actinomicetos en suelos de bosque virgen, donde en ellos pueden ver cantidades reducidas pero con mayor resistencia y capacidad de multiplicación al realizarse los respectivos volteos (Laich, 2011).

Al calcular las colonias de las unidades de *Lactobacillus* (LACTB), podemos observar que no tienen diferencias estadísticas ($P > 0.05$). Entre ellas, encontramos que con valores de 27.50×10^3 ufc/g LACTB para el T1 y 18.17×10^3 ufc/g LACTB para el T2, los estudios de aislamientos de bacterias ácido lácticas a partir de suelos son muy escasos, debido a que requieren de medios ricos en nutrientes, sin embargo, estos valores son superiores a lo reportado por Paucar (2019), donde presenta valores de 1.5×10^3 ufc/g LACTB, En el suelo, el compost orgánico compost es siembra, pero el autor también muestra que estos microorganismos pueden producir sustancias antibacterianas, como bacterias, antibióticos u otros metabolitos, lo que indica que pueden usarse para el control biológico de las enfermedades causadas por otros microorganismos en las plantas, y aumentar el rendimiento de los cultivos..

En cuanto a las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN), tampoco encontramos diferencias estadísticas ($p > 0.05$), teniendo al T1 con 13.67×10^3 ufc/g BFN y al T2 con 13.00×10^3 ufc/g BFN, estos valores son superiores a lo reportado por Paucar (2019), donde reporta valores de 3.33×10^3 ufc/g BFN en suelo con compost orgánico destinado al sembrío de cacao. A pesar de no tener valores referenciales en abonos, también podemos destacar que nuestros valores son superiores al reportado por Sales (2022) que determinó 9.67×10^3 ufc/g BFN, en los primeros 10 cm de suelo del Bosque reservado de la UNAS, esto ocurre debido a que la población de BFN de vida libre reproducidas en el biofermento se han mantenido durante el proceso de compostaje.

Estos valores son de referencia, porque no hay un valor de BFN específico en el fertilizante, a excepción de Pahuara y Zúñiga (2001), en la evaluación del trigo negro/césped/trébol, la población fija de nitrógeno está dentro del rango de 10 a 40×10^3 UFC/G BFN, destacando las bacterias relacionadas con las bacterias fijas de nitrógeno relacionadas con las raíces de los trébol.

Por último, al evaluar el reino fungi (Hongos y Levaduras), podemos observar que existen diferencias estadísticas ($p < 0.05$) destacando al T2 con valores de 9.50×10^3 ufc/g HYL superiores al T1 con 6.00×10^3 ufc/g HYL, ambos datos son superiores al reportado por Paucar (2019) que muestra 3×10^3 ufc/g HYL en suelo con compost destinado al sembrío de cacao, pero los resultados del T1 son similares al reportado por Sales (2022) quien muestra 6.33×10^3 ufc/g HYL en los primeros 10 cm de suelo del Bosque reservado de la UNAS, sin embargo

el T2 presenta valores similares a Kaqui (2021) que reporta valores de 16.00×10^3 ufc/g HYL en compost preparados con inóculo de microorganismo formulados, el cual menciona que estos valores de superioridad se deben al uso de *Saccharomyces cerevisiae* que permitió la multiplicación y aumento de la población de microorganismos que fue agregado en el inóculo del autor.

Además, Xiao et al. (2011) mostraron que los hongos no podían sobrevivir a altas temperaturas, y cuando se realizó un manejo adecuado del compost, podríamos retener el nivel de hongos en el compostaje. La actividad de un hongo es la descomposición de la celulosa, hemicelulosa, pectina, almidón, grasa y compuestos de lignina, participando en la formación de humus y ayudando a la recuperación de nutrientes y la estabilidad de la degradación de residuos de plantas y animales. (Rengifo, 2011).

V. CONCLUSIONES

- Se rechaza la hipótesis científica planteada, debido a que el biofermento de bambú (T2) contiene características propias que no superan en abundancia de grupos funcionales microbianos y la calidad del abono resulta similar al utilizar biofermento de montaña (T1).
- La calidad del compost de excretas usando diferentes biofermentos, no se ve afectada en los valores de parámetros químicos y macrominerales, sin embargo, se puede resaltar mayor contenido de microminerales tales como Cu, Mn y Zn en el compost de heces de vacuno utilizando biofermento de bambú (T2).
- El número de unidades formadoras de colonias son los mismos en ambos abonos orgánicos realizados con diferentes biofermentos, a excepción del grupo de actinomicetos (ACTN) que resalta en abundancia en el T1 y en el grupo de hongos y levaduras(HYL), resalta en abundancia el T2.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Utilizar ambos biofermentos en la transformación de residuos pecuarios, debido a que fue demostrado su eficiencia.
- Realizar futuras investigaciones sobre conteo de las unidades formadoras de colonias de los grupos funcionales microbianos durante el proceso del compostaje.
- Realizar trabajos de investigación con los biofermentos y su elaboración de bokachi, para potenciar su contenido mineral.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2006). Narraciones de la ciencia: el suelo agrícola, un ser vivo (en línea). Morelos, México. 59 p. Consultado 30 set. 2017. Disponible en <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/EI%20suelo%20vivo.pdf>.
- Airan D. S. and J. H. Bell. (1980). Natl. Waste Process. Conf., pp 121-129. Washington D.C. Am. Soc. Mech. Eng., New York.
- Arrioni, J. (2011). Evaluación del desempeño de diferentes prototipos de compostadores en el tratamiento de residuos orgánicos. Tesis de maestría. Universidad nacional de Comahue, Argentina, 120 p.
- ASAE, (2005). American Society of Agricultural Engineers. Manure production and characteristics. USA.
- Berlijn, JD. (2013). Manuales para educación agropecuaria: preparación de tierras agrícolas. 4 ed. Rijk, PM; López, E; Paulín, N; De la Rosa, I (editores). México, D. F., México. Trillas. 72 p. (Serie Manuales para educación agropecuaria, v. 2).
- Bueno P., Díaz B. y Cabrera F., (2020). Factores que afectan el proceso de compostaje. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus El Carmen. 21071. Huelva. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC. Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla.
- Campo A., Acosta R., Morales S., Alonso F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 12 No. 1 (79-87) Enero - Junio 2014.

- Castro L. (2014). ¿Cómo hacer microorganismos de montaña? Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Boletín informativo. 10 p.
- Castillo J. (2015). Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (compost, bokashi y lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de el alto. La Paz-Bolivia
- CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, Perú). (2014). Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación: crear para crecer (en línea). Lima, Perú. 128 p. Consultado 11 oct. 2017. Disponible en http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2014/mayo/crear_crecer/estrategias_crear_crecer_ultima_version_28-5-2014.pdf.
- Cruz N. (2010). Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica. Laboratorio de control biológico del centro nacional especializado en agricultura orgánica. Tesis para optar al título de Bachiller en Ingeniería en Biotecnología. Escuela de Biología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 75 p.
- De Luna, V, A; Vázquez, A, E. (2009) Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara., Pp 4-12
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Escobar N., Mora J., Romero N., (2012). Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. Boletín Científico Centro De Museos, Museo De Historia Natural. ISSN 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat. 16 (1): 75 – 88.

- Ekinci, K., Keener, H.M., Elwell, D.L. (2004). Effects of aeration strategies on the composting process: Part I. Experimental studies. *Trans. ASAE*, 47 (5): 1697-1708.
- FAO. (1991). Manejo del suelo. Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. Roma. 312 p.
- Florida N. y Reátegui F. (2019). Compost a base de plumas de pollos (*Gallus domesticus*). *Livestock Research for Rural Development* 31 (1) 2019.
- Gallusser, S. (2009). Manual para producción de abonos orgánicos a base de Microorganismos de Montaña (MM). Cooperante Volens. Colombia. 36p.
- Higa, TG; Wididana. (1991). The concept and theories of effective microorganisms. (en línea). CR. Consultado el 10 de set 2018. Disponible en: <http://www.emproducts.co.uk/downloads/EM.pdf>.
- Huamán, D. (2018). Caracterización nutricional de abonos orgánicos composteados con residuos agropecuarios. [Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1470/VHD_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huaraca, B. (2020). Diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos. [Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1830/TS_HBKB_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Iliquín, 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.

- Kaqui W., (2021). Comparativo de fuentes de microorganismos en la elaboración de compost a partir de residuos agrícolas. Tesis Para optar el título de ingeniero agrónomo. 109 p.
- Laich F., (2011). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. Unidad de Microbiología Aplicada. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Ctra. El Boquerón, S/N – Valle Guerra. 38270. Santa Cruz de Tenerife.
- López J. et al. (2015). Biodiversity and succession of mycobiota associated to agricultural lignocellulosic waste-based composting. *Bioresource Technology*. 187, 305–313.
- López, E. (2019). Curso de capacitación: abonos orgánicos y utilización de microorganismos de montaña. Referencia personal. Impartido por el Ing. Carlos Eduardo López Quirós. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Julio de 2019.
- Moneva J. (2020). Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos. Máster Universitario Oficial de Agroecología, Desarrollo Rural y Agroturismo. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández De Elche. 63 p.
- Morocho M. y Leiva M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Artículo de Revisión. *Centro Agrícola*. Cuba. Vol.46, No.2, abril-junio, 93-103.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, Chile). (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (en línea). Santiago de Chile, Chile. 48 p. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>.

- Pacheco, F. (2009). Evaluación de la eficacia de la aplicación de inoculos microbiales y de *Eisenia Fétida* en el proceso de compostaje domestico de desechos urbanos., Tesis. Máster en Agro biología ambiental, Navarra. España. Universidad pública de Navarra. 89 p.
- Paucar García, H. J. (2019). Efecto del compost y NPK en la población de grupos microbianos y en la producción de cacao (*Theobroma Cacao* l.), en Padre Abad-Ucayali, 2018.
- Paul E., Clark F. (1996). *Soil Microbiology and Biochemistry*. 2° ed. Academic Press, California. 340 p.
- Peña E., Carrión M., Martínez F., Rodríguez A., Companioni N. (2002). Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Edición INIFAT. 65 p.
- Piere, F.; Rosell, M.; Quiroz, A.; Granda, Y., (2009). Evaluación química y biológica de compost de pulpa de café. Caspito Municipio Andrés Eloy Blanco, Estado de Lara, Venezuela. Pp 60-66.
- Rengifo M., (2011). Aislamiento e identificación de fungi y bacterias presentes en abono orgánico bocashi en el distrito de Daniel Alomias Robles - Tingo Maria. Tesis Para optar el título de: Ingeniero en recursos naturales renovables mención conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 70 p.
- Restrepo J. (1996). Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil., Pp 21-24
- Sánchez-Monedero M. A., Roig A., Paredes C. Bernal M. P. (2001). Transformación de nitrógeno durante compostaje de residuos orgánicos por el sistema de Rutgers y sus efectos sobre el pH, EC y madurez de la mezclas de compostaje. *Biores. Technol.*, 78 (3): 301-308.

- Sandoval C. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 2, núm. 2, 2003, pp. 45-63 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México
- Sevillanos, M. (2021). Características fisicoquímicas de abonos composteados con tres fuentes de microorganismos eficientes obtenidos de bosque natural, rúmen y comercial Em®. [Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2082/TS_SPMC_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soto, G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. Hoja técnica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 72; 91-97.
- Sundberg, C., Smars, S., Jonsson, H. (2004). El pH bajo como factor inhibidor en la transición de fase mesófila a termófila en el compostaje. *Biores. Tecnología*, 95 (2): 145-150.
- Téllez. M. (1999), Los abonos agro ecológicos, un camino al desarrollo rural. SAGARPA., Pp 12 -16.
- Teruo, H. y James, F. (1996). Manual de aplicación del ME para los países del APNAN (Red de agricultura natural del Asia/Pacífico). Segunda edición. Tucson – Arizona. 45p.
- Tiquia, S.M. (2000). Evaluating phytotoxicity of pig manure from the pig – on – litter system. En: P.R. Warman y B.R. Taylor, Ed., *Proceedings of the International Composting Symposium*, CBA Press Inc.Truro,NS; 625-647.
- Urriola L., Castillo K., Vergara M. (2021). Evaluación de la fitotoxicidad de abonos orgánicos comerciales usando semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y pepino (*Cucumis sativus*). *Revista Científica Semilla del Este Universidad de Panamá*, Panamá ISSN-e: 2710-7469 Periodicidad: Semestral vol. 1, núm. 2.

- Vandevivere P., Ramírez C. (1995). Microorganismos y nutrimentos en abonos orgánicos: Bioensayo microbiano para determinar los nutrimentos disponibles en abonos orgánicos. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. 28(2):90-96.
- Varnero M., Rojas A., Orellana R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. R.C. Suelo Nutr. Veg. v.7 n.1 Temuco.
- Villagra, C.; Botero, R. y Quiroga, V. (2006). Evaluación del efecto que tienen los Microorganismos Eficaces (EM) sobre la composición nutritiva y el consumo de los Bloques Multinutricionales (BMN). En: Tierra Tropical (2006) 2 (2): 105-112.
- Xiao, Y., Zeng, G., Yang, Z., M, Y., Huamg, C., X, Z., Huang, J, F, C. (2011). Cambios en las comunidades de actinomicetos durante el compostaje termofílico continuo según lo revelado por electroforesis en gel de gradiente desnaturalizante y PCR cuantitativa. Biores. Tech. 102: 1383-1388.
- Zuñiga W., Melesio J., Cortés V. y Raya L. (2016). Evaluación de un biofermento elaborado a partir de extractos naturales en cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea itálica*). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Septiembre 2016 Vol.3 No.8 53-56

ANEXO

Anexo 1. Registro de temperatura obtenida diariamente (°C)

Días	T1R1	T2R3	T1R3	T2R5	T1R2	T2R2	T1R6	T2R1	T1R4	T2R6	T1R5	T2R4
1	30.00	25.67	27.67	23.33	28.67	24.33	27.67	25.67	27.00	26.33	27.33	26.67
2	58.47	59.67	59.67	58.67	57.73	54.67	55.33	57.00	54.67	56.33	57.00	57.83
3	57.89	57.22	59.44	53.78	58.00	52.56	58.78	54.44	53.13	55.38	55.49	55.11
4	47.89	47.89	47.56	48.00	49.67	46.56	46.67	47.22	50.00	46.78	49.11	49.00
5	47.67	45.78	52.00	50.22	51.22	55.44	50.67	41.56	47.67	53.44	44.44	49.67
6	51.22	52.00	48.56	56.44	53.56	48.78	52.78	47.78	52.89	49.56	48.22	47.89
7	48.67	52.78	46.67	48.33	50.00	46.11	46.11	46.78	46.67	42.50	46.78	45.78
8	47.00	49.44	48.33	52.44	52.22	47.56	48.56	46.11	50.11	47.67	48.22	47.56
9	44.44	45.11	46.00	50.89	50.11	46.78	46.67	45.00	50.22	44.11	45.89	47.56
10	47.00	48.00	45.67	52.22	50.11	47.44	48.00	47.00	50.89	47.22	47.78	47.78
11	47.22	46.44	46.22	48.56	48.67	46.67	48.00	46.33	50.33	46.33	45.89	46.22
12	45.78	44.56	44.44	47.00	46.89	43.44	41.44	41.78	45.56	39.56	39.78	39.22
13	41.00	43.89	40.78	44.67	43.67	45.00	43.67	44.22	45.67	42.78	44.33	45.00
14	39.22	40.67	40.78	41.78	42.33	43.33	41.89	43.00	43.33	40.11	41.00	40.33
15	40.44	44.56	44.22	42.89	42.67	43.11	41.00	42.78	43.44	43.44	42.56	43.89
16	42.11	46.78	44.33	45.78	45.78	46.00	44.78	46.22	46.89	45.89	44.22	43.44
17	40.11	40.00	39.00	38.11	37.22	31.39	37.33	36.78	38.22	37.33	37.00	37.56
18	38.89	40.33	37.33	41.22	40.67	40.33	38.44	40.22	42.67	40.89	43.44	39.89
19	41.67	42.11	41.22	41.22	42.44	41.83	40.67	41.22	44.56	41.56	43.44	40.78
20	40.33	41.89	40.44	41.56	41.89	41.89	39.78	41.56	42.11	40.33	41.78	41.56
21	39.67	39.44	39.89	39.33	40.56	40.00	40.00	39.78	41.11	40.11	41.56	40.56
22	39.56	39.78	40.11	40.00	40.22	41.00	39.22	39.78	39.44	40.00	39.44	39.78
23	39.11	39.67	39.67	39.22	39.78	40.11	40.11	39.89	41.78	40.11	39.00	39.33
24	40.22	41.44	40.11	40.89	41.67	41.44	39.78	40.89	40.56	39.22	41.33	41.44
25	38.67	40.44	40.44	40.11	40.22	40.11	39.67	39.89	40.67	39.44	40.89	39.67
26	40.00	40.22	40.56	40.22	41.22	40.78	40.89	41.33	41.00	40.56	42.44	40.33
27	39.44	40.44	40.78	39.78	39.89	40.22	41.56	41.11	40.89	40.67	40.67	40.67
28	37.67	38.78	40.44	39.11	39.78	39.89	39.67	39.61	39.67	39.44	40.00	39.11
29	38.56	38.11	38.67	38.56	38.00	37.67	37.89	38.00	38.00	38.44	38.67	38.11
30	37.89	38.44	37.11	38.11	37.44	37.78	37.56	38.56	37.67	38.44	37.89	38.00
31	33.56	33.00	33.78	32.67	32.67	32.44	32.78	33.89	33.56	33.22	33.67	33.22
32	37.83	39.50	35.50	36.17	37.83	37.67	38.33	37.67	37.33	38.83	37.50	38.83
33	37.00	38.50	36.17	37.50	37.00	36.50	38.50	38.17	38.67	37.67	39.67	36.50
34	37.33	37.50	35.67	37.17	37.00	36.83	37.17	36.83	37.00	37.50	36.67	37.17
35	36.33	35.83	35.33	35.50	36.33	35.50	35.83	36.33	35.83	36.17	36.33	35.67
36	33.67	31.33	33.33	32.50	33.17	32.83	31.17	32.50	31.83	32.50	31.00	31.17
37	31.67	30.17	31.50	30.50	31.67	31.17	30.50	32.50	31.83	32.50	31.00	31.17

Anexo 2. Registro de toma de pH diario.

Días	T1R1	T2R3	T1R3	T2R5	T1R2	T2R2	T1R6	T2R1	T1R4	T2R6	T1R5	T2R4
1	5.00	5.00	6.00	6.00	5.50	6.00	6.00	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00
2	6.00	6.50	5.50	6.00	6.50	6.00	6.50	6.50	7.00	7.00	6.50	7.00
3	6.42	7.08	6.92	6.83	7.00	7.17	7.00	7.00	6.75	6.75	6.83	6.92
4	7.00	6.83	7.17	7.22	7.11	7.17	7.33	7.11	7.39	7.22	7.22	7.11
5	7.00	6.89	6.56	7.22	7.11	7.17	6.83	7.00	7.00	7.22	6.89	7.17
6	6.50	6.72	6.89	7.33	6.89	7.00	7.22	7.06	7.33	7.17	7.28	7.28
7	6.94	7.11	6.83	6.89	6.89	7.17	7.17	7.28	7.00	7.56	7.11	7.33
8	6.72	6.94	6.89	7.39	7.28	7.17	7.39	7.28	7.17	7.11	7.28	6.83
9	6.83	7.28	7.11	7.33	7.22	7.33	7.39	7.22	7.39	7.33	7.44	7.39
10	7.00	6.94	6.94	7.17	7.11	7.17	7.33	7.17	7.39	7.22	7.22	7.11
11	7.06	7.17	7.17	7.33	7.06	7.11	7.22	7.22	7.28	7.17	7.17	7.22
12	7.00	7.06	7.11	7.00	7.00	7.22	6.94	7.00	6.94	7.11	7.06	7.11
13	7.22	7.00	7.06	7.44	7.17	7.06	7.22	7.22	7.44	7.11	7.22	7.17
14	7.17	7.33	7.17	7.67	7.44	7.50	7.94	7.83	7.61	7.94	7.78	7.83
15	7.22	7.17	7.17	7.28	7.17	7.33	7.44	7.44	7.33	7.39	7.22	7.28
16	7.17	7.00	7.22	7.17	7.28	7.28	7.22	7.28	7.11	7.28	7.33	7.17
17	7.44	7.44	7.11	7.39	7.33	7.28	7.44	7.22	7.22	7.39	7.50	7.28
18	7.39	7.72	7.39	7.83	7.61	7.78	7.50	7.22	7.56	7.50	7.94	7.44
19	7.67	7.83	7.67	7.56	7.83	7.67	7.56	7.50	7.56	7.64	7.56	7.61
20	7.22	7.33	7.33	7.22	7.22	7.28	7.17	7.39	7.44	7.39	7.39	7.39
21	7.33	7.22	7.22	7.50	7.22	7.44	7.78	7.83	7.67	7.83	7.67	7.50
22	7.33	7.39	7.17	7.44	7.44	7.33	7.33	7.56	7.33	7.56	7.28	7.33
23	7.44	7.28	7.44	7.39	7.28	7.56	7.50	7.44	7.72	7.22	7.44	7.39
24	7.61	7.44	7.33	7.50	7.44	7.50	7.39	7.44	7.50	7.67	7.67	7.72
25	7.39	7.44	7.39	7.61	7.72	7.61	7.44	7.61	7.61	7.39	7.61	7.78
26	7.39	7.33	7.56	7.39	7.61	7.67	7.39	7.50	7.61	7.44	7.67	7.50
27	7.50	7.39	7.67	7.56	7.67	7.72	7.56	7.56	7.44	7.44	7.72	7.33
28	7.61	7.50	7.39	7.56	7.56	7.56	7.67	7.78	7.67	7.50	7.72	7.72
29	7.67	7.78	7.61	7.72	7.56	7.67	7.72	7.72	7.72	7.56	7.78	7.67
30	7.56	7.56	7.56	7.78	7.67	7.89	7.72	7.61	7.67	7.83	7.72	7.83
31	7.72	7.61	7.44	7.61	7.67	7.67	7.78	7.61	7.50	7.67	7.67	7.72
32	7.61	7.61	7.39	7.56	7.67	7.78	7.83	7.83	7.67	7.72	7.78	7.72
33	7.78	7.67	7.67	7.61	7.67	7.72	7.67	7.67	7.72	7.67	7.61	7.72
34	7.72	7.67	7.67	7.61	7.72	7.61	7.78	7.83	7.67	7.72	7.94	7.78
35	7.78	7.83	7.83	7.72	7.83	7.89	7.89	7.89	7.83	8.06	7.83	7.89
36	8.17	8.00	8.22	7.94	7.89	7.94	8.06	7.94	8.00	7.83	7.78	7.89
37	8.58	8.58	8.67	8.83	8.67	8.75	8.67	8.25	8.33	8.25	8.58	8.50

Anexo 3. Pesos obtenidos del pesado del abono (kg)

Tratamiento	peso inicial	Fracción fina	Fracción gruesa	Fracción fina + Fracción gruesa	Fracción gaseosa
T2	230	127.80	20.60	148.40	81.60
T1	230	136.20	23.30	159.50	70.50
T1	230	144.20	30.30	174.50	55.50
T2	230	125.00	19.90	144.90	85.10
T2	230	144.90	34.20	179.10	50.90
T1	230	132.00	17.10	149.10	80.90
T2	230	132.40	19.60	152.00	78.00
T1	230	139.40	19.30	158.70	71.30
T1	230	156.50	33.40	189.90	40.10
T2	230	138.60	19.60	158.20	71.80
T1	230	131.90	20.40	152.30	77.70
T2	230	128.80	25.40	154.20	75.80

Anexo 4. Datos obtenidos en la prueba de germinación (%).

	N° de semillas germinadas	Elongacion radicular promedio	CRR (Crecimiento radicular relativo)	PGR (porcentaje de germinacion relativo)	IG (indice de germinación)
T1R1	9	32.56	107.06	105.88	113.35
T1R2	7	3.57	11.74	82.35	9.67
T1R3	8	5.50	18.09	94.12	17.02
T1R4	7	20.86	68.59	82.35	56.48
T1R5	6	34.50	113.45	70.59	80.08
T1R6	9	28.89	95.00	105.88	100.59
T2R1	9	20.33	66.86	105.88	70.80
T2R2	9	21.88	71.93	105.88	76.17
T2R3	10	27.50	90.43	117.65	106.39
T2R4	8	12.13	39.87	94.12	37.53
T2R5	4	7.00	23.02	47.06	10.83
T2R6	9	20.56	67.60	105.88	71.57



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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analisis@suelos.unas@hotmil.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		PEREZ MENDOZA GUDER ELVIRA															
DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA					RESULTADOS EN BASE SECA										
Código	Tipo	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	C/N	C (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E0849	CASCARILLA DE ARROZ	9.88	90.12	84.84	15.16	68.27	42.42	0.62	0.044	0.054	0.020	0.003	0.083	1.815	259.463	8.542	68.336
E0850	ESTIERCOL DE BOVINO	57.21	42.79	80.78	19.22	51.44	40.39	0.79	1.421	0.730	0.064	0.088	0.500	27.837	1346.806	73.608	309.154

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0658931

Tingo María 10 de setiembre 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



[Handwritten Signature]

Dr. HUGO ALFREDO HURIMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analiss@suelos.unas@hotmilit.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		PEREZ MENDOZA GUDER EL VIRA										PROCEDECENCIA:						Unidad de Aprovechamiento de Residuos Pecuarios			
DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADO				RESULTADOS EN BASE HUMEDA				RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Referencia	PH	CE (uS/cm)	Humedad Hd (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm			
E0931-1	T1	R1	9.23	569.00	38.93	48.78	12.29	79.88	20.12	1.12	0.377	0.750	0.065	0.057	1.287	38.364	579.676	6.269	294.751		
E0931-2	T1	R2	9.84	542.00	37.64	49.52	12.84	79.41	20.59	1.29	0.403	0.721	0.066	0.054	1.115	40.278	518.302	6.861	274.421		
E0931-3	T1	R3	9.65	576.00	58.13	34.07	7.81	81.36	18.64	1.82	0.380	0.701	0.067	0.053	1.113	40.921	501.918	7.864	306.905		
E0931-4	T1	R4	9.14	573.00	43.21	46.34	10.45	81.60	18.40	1.24	0.363	0.724	0.062	0.057	1.217	38.300	506.917	7.074	306.763		
E0931-5	T1	R5	9.56	544.00	37.98	50.62	11.40	81.61	18.39	1.08	0.400	0.670	0.063	0.061	1.276	40.199	530.018	7.341	317.749		
E0931-6	T1	R6	9.83	595.00	42.61	46.91	10.49	81.73	18.27	1.16	0.396	0.709	0.067	0.062	1.262	39.370	588.179	8.443	321.839		
E0931-7	T2	R1	9.75	508.00	42.62	47.79	9.59	83.29	16.71	1.14	0.280	0.574	0.063	0.069	1.310	51.741	478.723	9.913	247.631		
E0931-8	T2	R2	9.14	526.00	44.15	46.54	9.32	83.32	16.68	1.12	0.294	0.544	0.066	0.066	1.326	50.979	489.969	9.629	259.618		
E0931-9	T2	R3	9.25	523.00	42.64	46.59	10.77	81.22	18.78	1.15	0.319	0.573	0.067	0.073	1.396	57.500	494.889	9.485	268.331		
E0931-10	T2	R4	9.91	519.00	36.17	53.54	10.29	83.88	16.12	0.84	0.285	0.506	0.057	0.063	1.336	47.641	413.884	9.273	257.518		
E0931-11	T2	R5	9.64	532.00	36.21	52.33	11.46	82.04	17.96	1.20	0.247	0.553	0.057	0.066	1.366	50.725	480.072	9.964	236.957		
E0931-12	T2	R6	9.02	529.00	36.21	52.35	11.43	82.07	17.93	1.16	0.243	0.521	0.056	0.071	1.383	47.580	238.810	9.493	230.622		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0662013

Tingo María 04 de noviembre 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología