

Elaboración de compost acelerado utilizando cuatro activadores en la localidad de Carabuco

Elaboration of accelerated compost using four activators in the town of carabuco

Daybi Callisaya E.

Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Ingeniería Agronómica, Bolivia

E-mail: callisayadeybi@gmail.com

Resumen

En las zonas rurales del altiplano se pudo observar el uso exagerado de fertilizantes químicos en la agricultura, para lo cual es necesario buscar alternativas de fertilización en base a residuos orgánicos a bajo costo. El objetivo de la investigación fue la elaboración de compost acelerado utilizando cuatro activadores en la localidad de Carabuco, provincia Camacho, La Paz. El ensayo fue desarrollado bajo el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Para el estudio se utilizaron rastrojos de cultivos de papa, haba, cebada, avena y otros residuos orgánicos en un 75%, 25 % de bovino, los que fueron apilados en una poza de 1 m³ por 1 m de profundidad. Se armó capa por capa entre estiércol y materia orgánica triturada, agregando los respectivos activadores (suero de leche, levadura fresca, flora bacteriana de bovino y bocashi) a cada tratamiento en estudio. Los parámetros estudiados fueron: temperatura durante el proceso de compost, características físicas y químicas del compost, días a la madurez del compost y análisis económico. Se tomaron muestras de cada tratamiento para enviarlos a IBTEN, para sus respectivos análisis físicos y químico. Se practicaron labores de volteo, medición de temperatura y pH cada cinco días. El tratamiento donde se usó bocashi como activador fue el que llegó a la madurez en menor tiempo a los 43 días, mientras que el tratamiento donde se usó levadura fue el que demoró llegando a la madurez del compost a los 75 días.

Palabras clave: Compost, acelerado, activador.

Abstract

In the rural areas of the highlands, the exaggerated use of chemical fertilizers in agriculture could be observed, for which it is necessary to look for low-cost fertilization alternatives based on organic residues. The objective of the research was the elaboration of accelerated compost using four activators in the town of Carabuco, Camacho province, La Paz. The trial was developed under the experimental design of complete random blocks, with four treatments and four blocks. For the study, stubble from potato, broad bean, barley, oat crops and other organic residues were used in 75%, 25% of bovine, which were stacked in a pool of 1 m³ by 1 m deep. Layer by layer was assembled between manure and crushed organic matter, adding the respective activators (whey, fresh yeast, bacterial flora of bovine and bocashi) to each treatment under study. The parameters studied were: temperature during the compost process, physical and chemical characteristics of the compost, days to the maturity of the compost and economic analysis. Samples of each treatment were taken to send them to IBTEN, for their respective physical and chemical analysis. Turning, temperature and pH measurements were carried out every five days. The treatment where bocashi was used as activator was the one that reached maturity in the shortest time at 43 days, while the treatment where yeast was used was the one that delayed reaching maturity of the compost at 75 days.

Keywords: compost, accelerated, activators

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas más preocupantes en la actualidad es la conservación y recuperación de suelos para la buena producción de cultivos. Durante años, el ser humano ha utilizado varias formas, alternativas y medios de cómo producir de manera sencilla un abono orgánico. Esta preocupación se puede solucionar en alguna medida, con la implementación de un abono orgánico o compost.

El compost es una alternativa para el abonamiento del suelo y requiere un tiempo en su descomposición, suministrando activadores para acelerar el proceso de compostaje de la materia orgánica se obtiene un compost maduro en menor tiempo.

Según Román, Martínez, & Pantoja (2013) el compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura inteligente. Ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible.

El abonamiento orgánico, en comunidades del altiplano, contempla el uso de estiércol de animales sin tratamientos de predescomposición, ocasionando la incorporación de semillas de malezas, plagas y enfermedades, afectando negativamente a los cultivos. Sin embargo, la incorporación de materia orgánica compostada mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo por consiguiente el rendimiento agrícola. Así mismo, el compostaje en el altiplano conlleva mayor tiempo por las condiciones climáticas; motivo por el cual, el objetivo de la investigación fue la elaboración de compost acelerado utilizando cuatro activadores en la localidad de Carabuco, provincia Camacho del departamento de La Paz, el cual puede ser incorporado a los cultivos promoviendo la sostenibilidad agrícola.

Parámetros esenciales para el proceso del compostaje

Temperatura

Para Cisterna (2004), citado por Mollinedo (2009), es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. De acuerdo con este parámetro, el proceso de compostaje se queda en cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración. Cada grupo de microorganismo, tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: criófila, de 5 a 15°C; mesófilas, de 15 a 45°C; termófilas, de 45 a 70°C; enfriamiento de

70 a 40°C y la maduración a temperatura ambiente. Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas durante la fase termofílica, se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida.

Aireación

Mitma R. (2015) Menciona que la aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico. Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.

pH

Roman, et al., (2013) señala el pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase Termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

Relación Carbono/Nitrógeno

Cuara, (s.f.) indica que, para efectos prácticos, se tiene que mezclar como base el abono, hierba seca que tiene relaciones C/N superiores a las 50/1 y hierba fresca que tiene relaciones C/N inferiores al 30/1. Los componentes anteriores se utilizan en cantidades abundantes y se pueden utilizar los componentes con relación C/N muy bajas y/o muy altas en menores cantidades.

Métodos para evaluar la madurez del compost

Céspedes (2010), menciona que al final del proceso de compostaje, cuando las temperaturas comienzan a descender gradualmente hasta acercarse a las temperaturas ambientales, y no suben a pesar de voltear la pila, se puede asumir que el compost está madurando, en esta etapa la fauna del suelo recoloniza la pila y es posible observar lombrices e insectos. Si sumado a esto no se reconocen las materias primas originales y el producto final tiene un olor agradable como tierra de bosque, el compost está terminado.

El compost y sus ventajas

Comarca de SOMONTANO de Bartastro (2013), indica que el compost es un abono de alta calidad

fácilmente asimilable por los vegetales que se obtiene a través del compostaje. La naturaleza ya realiza un proceso continuo de compostaje.

Ventajas de elaborar el compost:

- Reducción del volumen original de los residuos domésticos.
- Transformación de la materia orgánica en un producto biológicamente estable que puede ser usado como enmienda de suelos y como sustrato de plantas.
- Obtención de abono con una elevada calidad para las hortalizas sin ningún producto químico que además podremos utilizar en nuestro jardín o macetas.
- Devolución al suelo de materia orgánica, mejorando su estructura. Esto da soltura a los suelos pesados y compactos y liga los sueltos y arenosos.
- Retención del máximo contenido de nutrientes (N,P,K). Facilitación de la aireación y la entrada de microorganismos. Mayor conservación de la humedad.
- Destrucción, en el proceso, de patógenos, huevos de insectos, semillas de hierbas, actuando en muchos casos como bactericida.
- No se contaminan las aguas superficiales ni subterráneas con los fertilizantes químicos. Ni tenemos que preocuparnos por sus envases.
- Se brinda solución a muchos problemas durante el cultivo.
- Mejoramiento de la cosecha.

Activadores

Chilon (2010) indica que activadores biológicos convencionales (ABC) son sustancias resultantes del procedimiento de la leche caso yogur, suero de leche y también del hacinamiento de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia orgánica y así elevando la temperatura de la pila del compost.

Suero de leche

Foots (2007), menciona que el suero de leche es una fuente de proteína de alta calidad, proveniente de la leche y es el subproducto del proceso de elaboración de queso. El suero de leche es un término colectivo que describe las proteínas solubles en la leche bovina en un ambiente de bajo pH, como existe durante la

elaboración del queso, proceso que permite que se liberen las proteínas de suero de leche.

Levadura

Carrillo et al. (2007) menciona que las levaduras son hongos que forman sobre los medios de cultivos colonias pastosas, constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas, ovoides o alargadas, las levaduras son organismos aeróbicos, aunque muchas especies son fermentadoras y otras no lo son; el género *Saccharomyces* son fermentadores energéticos de los azúcares bajo condiciones anaerobias.

Rumen de bovino

El rumen es un gran saco falto de oxígeno que poseen los bovinos. Como los semovientes se alimentan de hierba y de otros vegetales que contienen celulosa, almidón, pectina y hemicelulosa, no poseen enzimas que puedan digerirlos. En este punto, son los microorganismos, tales como bacterias, protozoarios y hongos, los que contribuyen con la fermentación del alimento. Como las bacterias son anaeróbicas, es decir, trabajan sin aire, la fibra se degrada sin ácidos acético, propiónico y butírico (contexto ganadero, 2008).

Bocashi

La palabra bocashi es de origen japonés y significa "materia orgánica fermentada" o literalmente "suavización". El bocashi es un tipo de abono el cual se caracteriza por conservar mucha energía en forma de vitaminas, azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos, los cuales, a su vez, son una fuente de alimento para organismos benéficos que aumenta la biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de Puerto Mayor Carabuco, que se encuentra ubicado en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz. La Tercera Sección de la Provincia Camacho cuenta con cuatro cantones que son: Carabuco, Chaguaya, San Miguel de Yaricoa y Ambana; dos distritos Sisasani y Jokopampa.

Se realizó según la metodología recomendada por Chilon (2010), armando del compost por estratos de: vegetales, estiércol, ceniza, activador biológico, de acuerdo al siguiente detalle: Para cada tratamiento se procedió a excavar el suelo a una profundidad de 1 metro, con las siguientes medidas: 1 metro de largo 1 metro de ancho para cada repetición. Cada tratamiento tuvo la

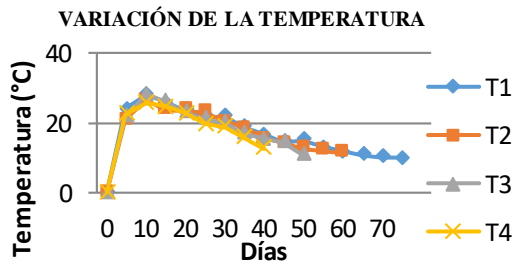
siguiente composición: materiales de rastrojos y estiércol, en volumen 25% de estiércol bovino (2-4 semanas), 75% de rastrojos de papa, cebada, avena, haba y demás residuos orgánicos. En peso, cada pila de compostaje está constituido de la siguiente manera: estiércol de bovino 20 kg, rastrojo de materia orgánica 60 kg. Así mismo, se incorporó 8 litros de activador biológico y 20 litros de agua por pila de compost, en una fosa de 1 m³.

Los activadores biológicos se utilizaron de la siguiente manera: en una relación el suero de leche 4 litros en 4 litros de agua, mientras la levadura 1 kg en 8 litros de agua, recomendados por Chilon (2010), flora bacteriana de bovino 2 kg en 8 litros de agua y bocashi 2 kg en 8 litros de agua. De los cuales en cada tratamiento se utilizaron 4 litros de activador preparado. El primer volteo se realizó luego de 15 días, posteriormente el volteo se efectuó semanalmente durante el proceso de compostaje. Cada volteo se desarrolló de la siguiente manera: la parte superior se introdujo hasta la parte inferior y viceversa, para una mejor descomposición, así también los terrones grandes del estiércol se desmenuzaron con pala para que los microorganismos aceleren la descomposición. El riego, se realizó en cada volteo con 10 litros de agua, uniformemente distribuido en el interior de la pila de compost, la distribución se efectuó en 4 capas durante el proceso de volteo, se fue reduciendo la incorporación del agua según los requerimientos de la composta.

Se registró la temperatura con un termómetro de suelo en la parte superior, media e inferior de la

RESULTADOS

Tabla 1. Variación de la temperatura



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

La temperatura registrada en los diferentes tratamientos, presentó las variaciones que se observan en la figura 4. En general, el periodo

Gordillo y Chávez (2010), al respecto indican que la mayor parte del compost presenta una

compostera, de la misma manera se controló el pH con un pHmetro digital.

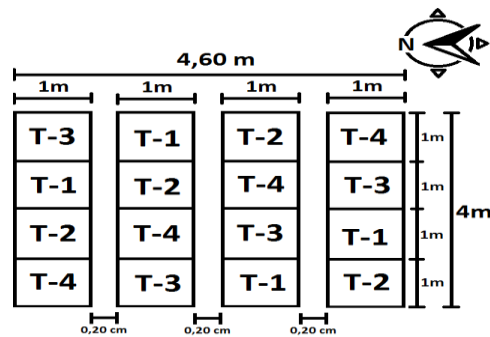
Una vez realizado el tamizado, se procedió a tomar una muestra por cada tratamiento del experimento, haciendo un total de 16 submuestras, (de cuatro bloques por cuatro tratamientos), esto se lo puso en un recipiente para la mezcla de manera uniforme y posteriormente se realizó el cuarteo, las muestras aprox. 1 kg, fueron depositadas en bolsas de polietileno y llevados para su análisis a el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología IBTEN.

Se realizó un DBA (Diseño Bloques al azar) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, Calzada (1982).

El modelo estadístico se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Figura 1. Croquis de la parcela experimental

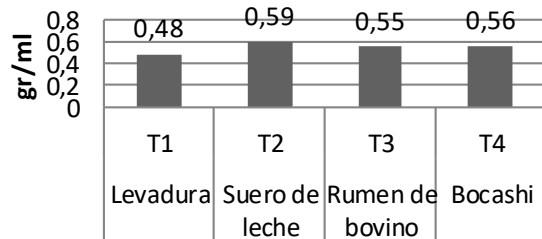


T1: Levadura; T2: Suero de leche; T3: Rumen de bovino; T4: Bocashi

Fuente: Elaboración propia

mesófilo duró cinco días, los termófilos 30 días y el enfriamiento 40 días, siendo en total de 75 días (2,5 meses) para el T1, mientras que para los demás tratamientos el tiempo y los periodos fueron menores.

Tabla 2. Densidad aparente

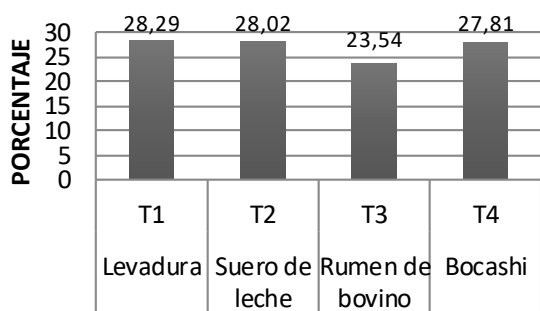


Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

densidad aparente entre 0,4 y 0,7 gr/cm³ lo cual se ve afectado por la distribución de las

partículas, el contenido de materia orgánica y su grado de descomposición. La densidad se va incrementando con el tiempo de compostaje, como consecuencia de una mayor descomposición y reducción del tamaño de las partículas. En cuanto a la densidad aparente algunos de los tratamientos son menores, a lo mencionado por Gordillo y Chávez (2010), el cual se pudo dar a causa de los materiales utilizados en la presente investigación, mientras que en otros experimentos se usó otro tipo de materiales orgánicos.

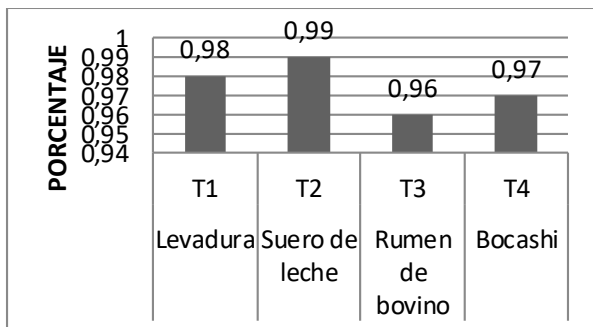
Tabla 3. Porcentaje de humedad



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

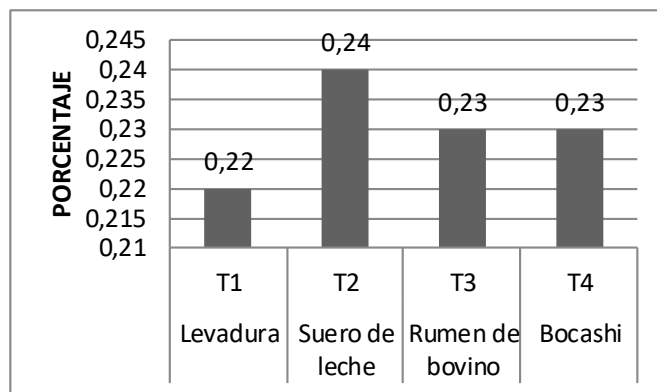
De acuerdo al Kalil (2007), Rojas y Zeledón (2007), la humedad óptima durante el proceso de compostaje es de 40 a 60%, menor a esto afecta en el desarrollo de los microorganismos y la mayor humedad provoca la anaerobiosis desplazando el oxígeno. Indican que además el agua es un recurso imprescindible para los requerimientos fisiológicos de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a los microorganismos.

Tabla 4. Porcentaje de nitrógeno



Chilon (2011), indica que en investigaciones realizadas en el altiplano el nitrógeno total en el tratamiento con el activador yogur fue 1.12%, en el tratamiento con levadura 1.08% y con otros tratamientos 0.92, 0.98 y en testigo 1.03 esto en el compost de residuos orgánicos con estiércol de vacuno.

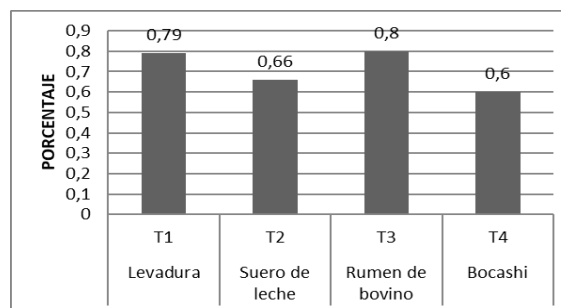
Tabla 5. Porcentaje de fósforo



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

Chilon (2011), obtuvo del compost alto andino lo siguiente; en compost con yogurt 0.36%, compost con levadura 0.35%, compost con fermento de quinua 0.31%, compost con fermento de tarwi 0.28% y en el testigo 0.28% de fosforo en compost de rastrojos de cosecha y estiércol de bovino.

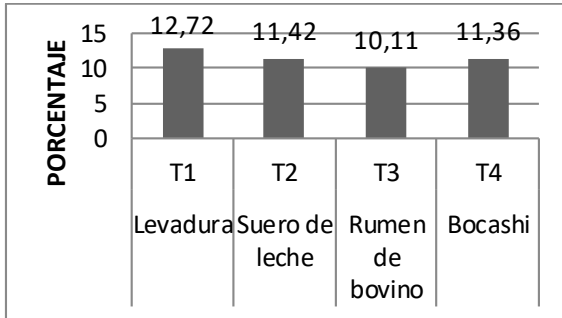
Tabla 6. Porcentaje de potasio



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

Rodríguez y Córdova (2006), mencionan un requisito del compost es tener mayor a 0.25% de potasio y con los resultados obtenidos por Chilon (2011) son similares, mientras son superiores a los resultados obtenidos por Chino (2007) y Paty (2004) esto debido a los diferentes materiales orgánicos utilizados, a la época y el lugar del proceso.

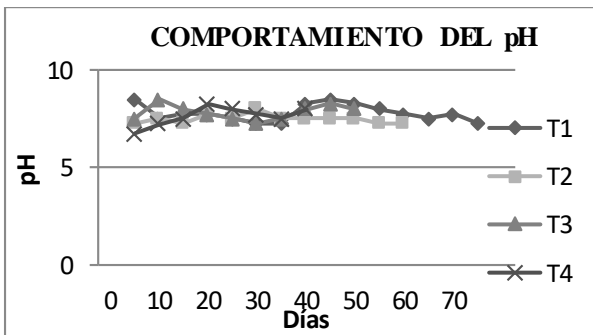
Tabla 6. Porcentaje de carbono orgánico



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

Muñoz (2005), menciona que el límite permisible de carbono orgánico es de 5 a 15% en compost maduro, comparando los resultados obtenidos están dentro del límite permisible. Sin embargo, es superior a los resultados obtenidos por Chilon (2011), según sus resultados el carbono orgánico total en promedio fue de de 5.92%.

Tabla 7. Comportamiento del pH



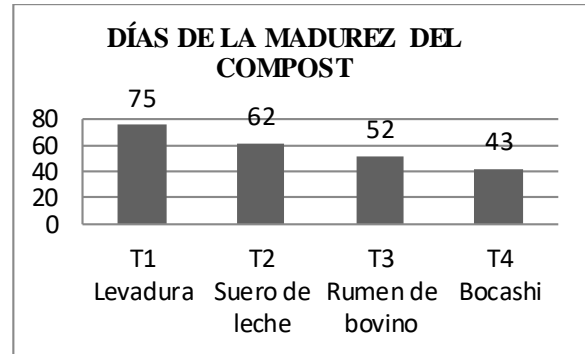
Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

Según Melendez y Soto (2003) normalmente en el proceso de compostaje se da una caída de pH en la fase inicial debido a la liberación de ácidos orgánicos, así mismo Pilar (2000) menciona que esto ocurre porque primero se descomponen los organismos más ácidos.

Tiempo del compost

Los resultados del análisis de varianza para días a la culminación de compost, registran diferencias altamente significativas entre tratamientos y no así entre bloques, tal como se muestra en la figura.

Tabla 8. Días a la madurez del compost



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados

De acuerdo a la comparación múltiple de Duncan del 5 % en la figura se puede apreciar que el tratamiento T4 con un promedio de 42 días, fue el que en menor tiempo llegó a la madurez, seguido por los tratamientos T3, T2, con promedios de 51 y 61 días respectivamente, finalmente el T1 llegó a la madurez a los 75 días.

Cuadro 2. Días a la madurez del compost y prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

TRATAMIENTOS	MEDIA	DUNCAN
T1	75.250	A
T2	61.500	B
T3	51.500	C
T4	42.500	C

Al respecto Villegas (2002) y Mollinedo (2009) indican que los tratamientos con mayores temperaturas se descomponen más rápido. En este trabajo los tratamientos que tuvieron menor retención de humedad y mayores temperaturas, tardaron más en descomponerse que los tratamientos que almacenaron mayor humedad con temperaturas menores, al respecto Corominas y Pérez (1994), señalan que cuanto mayor sea el contenido de humedad de los residuos mayor disponibilidad tienen las bacterias implicadas en la descomposición para captar el oxígeno retenido en los intersticios del material y por tanto se facilitará la descomposición aeróbica.

El tiempo de descomposición en otras investigaciones, indican un promedio; Mollinedo (2009) 147 días, Villegas (2002) 150 días, Chino (2007) 117,25 días y en esta investigación el tiempo de descomposición es menor que los datos anteriormente citados.

Al respecto Brechelt (2008), indica que el tiempo que dure un compost desde su instalación hasta su madurez depende de la materia prima, el manejo de la compostera, época del año, las condiciones climáticas, temperatura, humedad y

frecuencia de volteo, varía entre 3 meses y 1 año. La época en que se realizó esta investigación, es en la época del invierno con las temperaturas mínimas registradas hasta -12°C , estas

condiciones no impidieron la maduración del compost, sin embargo, afectó en el comportamiento de las temperaturas en las pilas del compost.

Análisis económico

Cuadro 2. Análisis económico de la elaboración del compost

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C/U Bs.	T1		T2		T3		T4	
			Cant.	C.T.	Cant.	C.T.	Cant.	C.T.	Cant.	C.T.
Recolección de residuos	Horas	5	8	40	8	40	8	40	8	40
Recolección de estiércol	jornal	80	1	80	1	80	1	80	1	80
Activadores biológicos kg, lt				48		0		0		45
Apilado y triturado del material vegetal		80	1	80	1	80	1	80	1	80
Volteo y riego	Horas	10	15	150	12	120	10	100	8	80
Cosecha y tamizado	Horas	10	3	30	3	30	3	30	3	30
Total				428		350		330		355

De acuerdo a los costos preliminares el T3 tiene menor costo, el T3 y T2 tienen costos medios mientras que el T1 tuvo mayor costo de producción debido al costo de los activadores, los cuales también tienen sus beneficios por el alto contenido de microorganismos.

DISCUSIÓN

Las fluctuaciones de temperaturas iniciales hasta finales durante el tiempo de descomposición, fueron afectadas por la temperatura ambiente, donde se pudo evidenciar que las capas expuestas a la superficie son afectadas por las bajas temperaturas que se presentan por las noches hasta las madrugadas, mientras que las capas inferiores son afectadas por el día por el descongelamiento de los hielos superiores.

Existen diferencias significativas dentro de los tratamientos en el tiempo de compostaje, entre los extremos están el T1 con 75 días y el T4 con 43 días, estos son un tiempo record en un clima seco y en una época de invierno con heladas fuertes.

Entre las propiedades físicas del compost maduro se analizó: la densidad aparente en el cual hay una diferencia significativa entre tratamientos, el efecto para la variación fue la madurez del compost, los cuales están entre 0,48 a 0,59 gr/ml, el rango de densidad aparente para un compost maduro es de 0,4 a 0,7gr/ml, los datos obtenidos están se encuentran dentro el rango de lo aceptable, lo que llama la atención es que el T4

con una densidad aparente de 0,56 mostro una buena descomposición en 43 días, todo lo contrario ocurre con el T1 con una densidad aparente de 0,48 en 75 días que presenta un menor grado de descomposición.

El análisis económico para la producción de compost, a partir de residuos orgánicos, indica que, si bien los costos de producción se incrementan al incorporar activadores orgánicos al proceso de compostaje, los beneficios netos son significativos por los altos rendimientos alcanzados.

Desde el punto de vista técnico, esta experiencia puede ser implementada en las comunidades rurales, debido a que no es necesario de un gran despliegue de tecnología, porque únicamente se requiere y utiliza materia prima local, y un lugar donde desarrollar la actividad. Es importante concientizar a los agricultores sobre el uso de abonos orgánicos, en base a sus beneficios y ventajas que brindan, tanto al suelo como a la producción de alimentos.

REFERENCIAS

Brechelt A., 2008. *El compost como abono orgánico*. Fundación agricultura y medio ambiente. Santo Domingo República Dominicana de 8 p. Disponible en famarapal@yahoo.com.

- Calzada, J., 1982. *Métodos estadísticos para la investigación*. 4ta Edición, Editorial Jurídica, Lima, Perú, pp 63.
- Callizaya, B. (1999). *Efecto de la aplicación de compost sobre el rendimiento en Asociación Maíz (Zea mays), Canpi (Vigna unguiculata) y sobre las propiedades del suelo en la región*. Tesis Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Carabuco, G. A. (2013-2017). *Plan de Desarrollo Municipal*. Carabuco. La Paz, Bolivia.
- Carrillo, L., & Audisio, C. (2007). *Manual de Microbiología de los alimentos*. San Salvador de Jujuy: Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- Chilon, E., 2010. Compostaje alto andino, suelo vivo y cambio climático. *CienciaAgro* volumen 2. En línea.
- Chino, R. (2007). *Evaluación del compost de estiercol de bovino en alto relieve en la comunidad de Achaca Municipio de Tiahuanacu*. Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. pp 20-25
- Comarca de SOMONTANO de Bartastro. (2013). *Elaboración de compost: Cuademillo*. En C. R. Leño, *Comarca de SOMONTANO de Bartastro*.
- Contextoganadero. (18 de septiembre de 2008). www.contextoganadero.com. Recuperado el 22 de diciembre de 2018, de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-rumen-motor-de-la-digestion-en-los-bovinos>
- Cuara, F. G. (s.f.). *Manual de elaboración de composta*. México: Metrocert México Tradición Orgánica.
- Foots, D., (2007). Propiedades de las proteínas del suero de leche. En línea, disponible en www.alimentacion.org.ar/index.php
- Gordillo, F.; Chavez, E., (2010). Evaluación comparativa de calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. Guayaquil, Ecuador.
- Kalil, S., (2007). *Seguimiento del proceso de humificación en compost*. Tesis de Grado. Universidad Javeriana, Carrera de microbiología industrial. Bogotá, Colombia.. pp 42-49.
- Meléndez, G.; Soto, G., (2003). *Taller de abonos orgánicos*. Universidad de Costa Rica. pp 11-14.
- Mitma, R. (FECHA) Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la provincia de Leoncito Prado, Práctica profesional. Tingo María -Peru, 2015. pp- 14
- Mollinedo, Z., (2009). *Determinación de calidad de compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Municipio de Puerto Mayor Carabuco Provincia Camacho*. Tesis de grado.. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp 15-65.
- Muñoz, J., (2005). *Compostaje en pescador, cauca: tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a la solución de problemas medioambientales Palmera*. Colombia. pp .6-15.
- Paty, F., (2004). *Evaluación de tres modalidades de compostaje en el altiplano norte Zona Tiahuanaco*. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". La Paz, Bolivia. pp 37-50.
- Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2008). *Manual del compostaje del agricultor*. FAO, 18.
- Rodríguez, M.; Córdova, A., 2006. *Manual de compostaje municipal tratamiento de residuos urbanos*. México. pp 15-21.
- Villegas, C. (2002). *Aprovechamiento de residuos orgánicos urbanos para la elaboración de compost, con la aplicación de un acelerador orgánico*. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, UMSA.. La Paz, Bolivia