



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos”

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en:
Ingeniería Ambiental

Presentado por:

José María Melo Marmolejo (0000-0003-1014-6567)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio (0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2020



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 156-2021-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima, 09 de junio de 2021

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **“Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos”**, presentado por:

- **JOSÉ MARÍA MELO MARMOLEJO**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **“Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos”** con N° de registro de la carrera: **0121-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Luis Abraham Gomero Osorio** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

T// (51) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

“Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos”

José María Melo Marmolejo; Luis Abraham Gomero Osorio

	Índice general	
Resumen.....		5
Abstract.....		6
Introducción		7
I. Marco teórico		11
1.1 Compost		11
1.2 Compostaje.....		12
1.2.1 Utilidad del Compost		12
1.2.2 Reacción bioquímica del compost		13
1.3 Materia orgánica vegetal y animal		13
1.3.1 Generalidades.....		13
1.3.2 Procedencia y tipos de residuos orgánicos.....		14
1.3.3 Estiércol		15
1.3.4 Residuos alimentarios		15
1.4 Aceleradores orgánicos		15
1.4.1 Generalidades de microorganismos		15
1.4.2 Los Microorganismos Eficientes (EM).....		16
1.4.3 Tipos de bacterias		17
1.4.3.1 Bacterias Ácidos Lácticas		17
1.4.3.2 Bacterias Fototróficas.....		18

1.4.3.3	Levaduras	18
1.5	Efectos tóxicos	18
1.6	Parámetros de estudio.....	19
1.6.1	Relación de pH y Conductividad eléctrica (CE).....	19
1.6.2	Relación de C/N.....	19
1.7	Elaboración del compost	21
1.8	Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos	22
	Conclusión	23
	Referencias.....	24

Índice de tablas

Tabla 1: Relación de C/N en índices iniciales del compost.....	20
Tabla 2: Contenido óptimo de humedad de diferentes sistemas de compostaje.....	21

Resumen

La elaboración del compost tradicional es una técnica de descomposición de los desechos orgánicos obteniendo un producto final que es utilizado en la recuperación de suelos con bajos niveles de producción y fertilizantes de plantas. A través de la investigación se quiere establecer un sistema de tratamiento de los residuos orgánicos con la finalidad de aplicar consorcios microbianos para el aceleramiento de la descomposición por ende estos residuos orgánicos son completamente domésticos que están compuestos por verduras, hojarasca, comida desecha etc., el objetivo de este trabajo es la evaluación el efecto del C/N y de pH sobre el proceso del compostado, por lo tanto a nivel teórico nos hace conocer el aumento de aceleración del compostaje desde la etapa inicial hasta la etapa de maduración con el uso de consorcios microbianos estableciendo la relación del C/N y del pH, demostrando la eficiencia de la descomposición por esto, se planteó la metodología es realizar la caracterización de los residuos orgánicos, determinando a generación per cápita y la generación diaria de residuos sólidos, este estudio se realizó ochos días, luego el resultado de la producción de residuos sólidos dentro los zonas urbanas, comerciales, restaurantes y fábricas, en segundo lugar la recolección de los residuos orgánicos son trasladadas al Relleno Sanitario, para la elaboración del compost dentro del proceso se agregó los tratamientos en forma de combinaciones forrajes de leguminosa, estierco, cal, melaza, residuos orgánicos y finalmente consorcios microbianos. Posteriormente el tiempo de maduración para el compostaje se determina con las comparaciones de los tratamientos y los aceleradores como los consorcios microbianos. Finalmente, este trabajo de investigación contribuye en la demostración la eficiencia del uso de los consorcios microbianos, por ende, la visión de esta investigación es garantizar que el producto final de abono orgánico con una alta concentración de nutrientes para el uso de suelos.

Abstract

The elaboration of traditional compost is a technique of decomposition of organic waste obtaining a final product that is used in the recovery of soils with low levels of production and plant fertilizers. Through the research we want to establish a system for the treatment of organic in order to apply microbial consortiums to accelerate decomposition, therefore these organic waste are completely domestic and are composed of vegetables, litter, food waste etc., the objective of this work is to evaluate the effect of C / N and pH on the composting process, therefore at a theoretical level it makes us know the increase in acceleration of composting from the initial stage to the maturation stage with the use of microbial consortiums establishing the C / N and pH relationship, demonstrating the decomposition efficiency for this, the methodology was proposed is to characterize the organic waste, determining the generation per capita and the daily generation of solid waste, this study was carried out eight days. Thus, then the result of the production of solid waste within urban, commercial, restaurant and factory areas, secondly the collection of organic waste is transferred to the Sanitary Landfill, for the elaboration of compost within the In the process, treatments were added in the form of combinations of legume forages, manure, lime, molasses, organic residues and finally microbial consortia. Subsequently, the maturation time for composting is determined with comparisons of treatments and accelerators such as microbial consortia.

Finally, this research work contributes to the demonstration of the efficiency of the use of microbial consortia, therefore, the vision of this research is to guarantee that the final product of organic fertilizer with a high concentration of nutrients for the use of soils.

Introducción

A nivel del mundo los problemas ambientales asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales (RSM) van en aumento junto con el crecimiento poblacional y su concentración en las áreas urbanas. Por tal motivo, en la actualidad se acentúa un creciente interés en las autoridades municipales del país para implementar estrategias de solución a éstos problemas, principalmente implementando un marco normativo permitiendo realizar mayores esfuerzos a las instituciones involucradas con el manejo de los RSM buscando soluciones técnicamente posibles, económicamente factibles y ambientalmente sanas.

Sin embargo, existen muchas formas de convertir los residuos sólidos en materiales preciados, entre estas formas tenemos principalmente la producción de compost a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos municipales. Al respecto, la técnica del compostaje es una opción viable que permite dar un valor extraordinario a los residuos orgánicos que se generan en las ciudades y producir una enmienda orgánica posible de utilizar en diferentes sistemas integrales de producción relacionadas con la agricultura orgánica, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud de los consumidores de productos provenientes del campo. Al respecto, Rodrigues et al, (2015) refiere que, esta técnica posibilita la utilización adecuada de residuos orgánicos domiciliarios, agropecuarios y de agroindustrias, minimizando la contaminación ambiental.

Existen mil millones de toneladas de residuos alimenticios que son producidos cada año. Estos residuos necesitan un tratamiento o desecharse en los vertederos con la finalidad de facilitar su descomposición. Asimismo, la transformación de los desperdicios domésticos en productos fertilizantes que pueden otorgar un valor agregado a través de tratamientos biológicos como el compostaje siendo un método de manejo efectivo para el desechos orgánicos y los contenidos de la producción del compost, a partir de los residuos alimenticios que pueden utilizar en la agricultura (Chew, Chia, Show, Ling, Arya, y Chang. 2018).

Según Tortarolo, Pereda, Palma y Arrigo (2008) “Algunas tareas realizadas por el hombre desde sus orígenes tanto en su actividad doméstica, agrícola, industrial y/o de servicios producen un enorme volumen de residuos. Fue y es preocupación permanente el que hacer con ellos sin contaminar el medio ambiente, por lo tanto, toda iniciativa que busque una orientación propicia de los mismos deber ser prioritariamente considera”; además el uso de la técnica del compostaje es beneficioso debido a que esto es un abono natural orgánico; finalmente es utilizado para la recuperación de suelos con bajos niveles de producción.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2008), la caracterización de los residuos domésticos en el Perú muestra un alto nivel de producción de residuos orgánicos (cascaras, restos de comida, frutas, legumbres no vendidas en el mercado y otros), por lo cual, el problema principal para cualquier relleno sanitario o botaderos sería el volumen almacenado estos residuos mencionados. Por las consideraciones anteriores, se recomienda la producción de compost para su uso como fertilizante no contaminante.

La Ley De Gestión Integral de Residuos Sólidos toma como objetivo de informar de reducir los residuos sólidos, teniendo alternativas en restaurar y valorizar el material en energía de los residuos, lo cual es reutilizable para producción de compost garantizando protección de la salud y del medio ambiente (Decreto Legislativo N° 1278 y Resolución Ministerial N° 024-2017-VIVIENDA).

Las particularidades del compost elaborado en plantas de tratamientos biológicos son variadas, dado a los diversos factores que influyen en las características y cantidad de los residuos, además, los residuos orgánicos son obtenidos mediante los recolectores y seleccionados por diferentes métodos (como la segregación de residuos). Así mismo, la relación de los residuos sólidos con la planta de tratamiento es utilizado para la maduración y descomposición, teniendo como finalidad la producción de abono orgánico utilizados en la agricultura y jardinería

(Ventosa, 2017). En ese mismo sentido, la finalidad del compostaje debe tener en cuenta la generación de residuos orgánicos que implica conocer en primer lugar las características de los residuos tales como: composición, densidad, entre otras variables, teniendo en cuenta que el uso de estos residuos orgánicos es la materia prima de la producción de fertilizantes orgánicos.

Por lo expuesto, la problemática del mal manejo de Residuos Orgánicos Domésticos (ROD), es generada por la actividad humana al incrementar el volumen de residuos a nivel mundial. Por tanto, el aprovechamiento de estos residuos sólidos orgánicos, sería la mejor manera de obtener los materiales que son aptos para su aplicación en suelo como fuente de materia orgánica (Castro, Daza, y Torres, 2016). En el Perú se calcula que diariamente producen en promedio 23 mil toneladas de residuos orgánicos de estos solo 60% son tratados (MINAN, 2018).

El compostaje es un proceso anaeróbico donde los microorganismos convierten el material orgánico degradado, en condiciones controladas, a es un producto estable y rico en nutrientes, la relación con este último determina que tan beneficioso es el proceso del compost para ser uso exclusivo en el suelo. Sin embargo, es necesario diseñar tratamientos e implementar la estructura adecuada que favorezca la humedad inicial en para la elaboración del compostaje (Castro; Daza y Torres, 2016). Por ende, a pesar que el proceso del compostaje se realice en condiciones anaeróbica y a pH ácido, la obtención del producto final es inadecuado para la detención de productos agrícolas, siendo el principal causante de la mala técnica dentro del procesamiento del compostaje. Según se ha visto a medida que va variando el pH, se recomienda neutralizar con aditivos alcalinos (cal) para evitar la acidificación.

Además los residuos deberían ser aprovechados y tratados por medio del compostaje, obteniendo el producto orgánico denominado compost, el cual puede ser comercializado como

fertilizante orgánico y así mismo, aplicado en la agricultura (Hidalgo, Marroquín, Corona, Santuiste y Antolín, 2018).

En efecto, el objetivo de este trabajo será establecer la relación entre el C/N y del pH, mencionado como parámetros para este trabajo de investigación. La razón para poder determinar las variaciones de estos parámetros se realizará mediante la técnica del compostaje a lo largo del planteamiento es utilizar los desechos orgánicos provenientes de los residuos orgánicos.

I. Marco teórico

La tecnología de bajo costo para la estabilización de los residuos orgánicos biodegradables es la producción del compost (García Izquierdo, 1999 *et al*; Tortarolo, Pereda, Palma, y Arrigo, 2008b). En efecto el uso de los residuos de composición orgánica es muy beneficioso debido a que la degradación de estos un periodo corto dependiendo de la dimensión.

De tal manera “La calidad alimentaria es un tema relevante para la humanidad con respecto al medio físico y accesibilidad económica de los alimentos, aunque la eficacia de vida global ha mejorado gradualmente además el aumento de la tecnología en producción agrícola y la disminución de la generación de residuos alimenticios son reconocidos como dos métodos para certificar la seguridad alimentaria”(Sibrian,2008,p.23) Esto logra mejorar la administración de la utilización de la tierra y el agua, reduciendo la erosión del suelo y mejorando la eficiencia del uso agroquímicos, así como reciclando los residuos de alimentos sin embargo se debe tener en cuenta el uso adecuado de los fertilizantes que también son importantes. Publicado por Pearson (2012) sugiere que “los residuos de los alimentos y bebidas en las viviendas del Reino Unido, son definidos como alimentos de alta demanda de consumo, teniendo en cuenta que los desperdicios necesarios se pierden de la cadena de abastos de alimentos humanos”(p.120); Sin embargo, el reciclaje de desechos alimentarios ricos en productos orgánicos, en particular los desperdicios de cocina y desechos de jardines, es limitado en comparación de los residuos inorgánicos, por lo tanto, el reciclaje de los residuos orgánicos es absoluto en la investigación que es utilizado para el enriquecimiento de las tierras agrícolas fertilizadas de manera sostenible a través del suelo.

1.1 Compost

El compost contiene una variedad de microorganismos que va aumentando la calidad del producto con fines de usos agrícolas, estos productos pueden ser utilizados

en diversas técnicas de nutrición de suelos en zonas agrícolas , como es sucedido los extractos acuosos, lo cual es denominado los téis de compost, o pueden ser realizados como aislamientos de algunos microorganismos que pueden actuar como activadores microbianos, por consiguiente se puede aislar microorganismos lignocelulóticos que tiene un amplio uso de aplicaciones (Medina Lara et al., 2018).

1.2 Compostaje

El compostaje es una técnica eficaz respecto a la degradación de los desechos orgánicos; el tiempo de la descomposición es variable debido que está relacionada al origen del residuo, a la dimensión de las partículas, teniendo una disposición respecto a las pilas, la aireación, la humedad y la concentración de la población microbiológica. Seguidamente el período de trasformación es cercano a los 170 días, por lo tanto implica la saturación de gran cantidad masa de material en las plantas de compostaje, tal modo la generación del compostaje es capaz de reducir el tiempo de descomposición del compostaje en tal sentido es muy útil en este sentido y contribuye la reducción de acumulación de materiales que son contaminantes(Medina Lara et al., 2018).

1.2.1 Utilidad del Compost

El compostado o compost tradicionalmente es aplicado a tierras agrícolas para agregar nutrientes y mejorar la calidad de nutrientes permitiendo mejorar la fertilidad del suelo, también proporciona nutrientes valiosos, Nitrógeno, fósforo y potasio aumentando la materia orgánica del suelo (Gabrielle *et al*;Sadeh, Gorm, y Bester, 2015). Puesto que lo importante de este estudio es demostrar la relevancia de los bioelementos a un suelo que es proveniente del compost, y mejorando la estructura que son importantes en retención del agua del suelo, aireación del suelo.

1.2.2 Reacción bioquímica del compost

Dado que la producción del compostaje tradicional el uso exclusivo de los residuos orgánicos, genera la liberación de dióxido de carbono a través de la degradación oxidativa del carbono orgánico, en la fermentación aeróbica de la biomasa residual compost la producción como ácidos lácticos y metano ha llamado la atención en términos de la mitigación de gases de efecto invernadero. Según (Kitpreechavanich et al., 2016) El ácido L-láctico purificado y el ácido D-láctico con alta actividad óptica de monómeros importantes que sirve como materia prima de ácido poli L-láctico (PLLA) y poli D-ácido láctico (PDLA), en efecto son materiales reciclables para el uso y elaboración de plásticos biodegradables; posteriormente las especies bacterianas termotolerantes de género *Bacillus* en relación pueden acumular selectivamente ácido L-láctico que sirve ópticamente para el uso de la descomposición de residuos de cocina, por otro lado, ciertas cepas de *Bacillus* termotolerantes el uso especial de este último el crecimiento de plantas, como la solubilización con fósforo, la fijación de nitrógeno y la producción de auxina y amoníaco, mejora el crecimiento de las plantas. Por lo cual yo difiero que el uso de estos *Bacillus* y Acido- Láctico ayuda a mejorar la eficiencia en la degradación de los residuos, aumentado la calidad compost de ricos bioelementos que es el nitrógeno y el fósforo.

1.3 Materia orgánica vegetal y animal

1.3.1 Generalidades

El material orgánico es un producto natural, que se forma a través de la descomposición de plantas y/o animales formados por el trabajo de los microorganismos como bacterias, levaduras, mohos, hongos, etc. El material

orgánico animal y vegetal posee alrededor del 5% de nitrógeno total, además contiene micro elementos tales como calcio, magnesio, fósforo, potasio, entre otros. Del mismo el humus y el compost se infiere que contribuyen del 65% al 75% de los minerales y nutrientes que son beneficiosos para el suelo y las plantas, además estos tipos de desechos sirven para tratar de recuperar los suelos degradados, ya que son capaces de almacenar nutrientes utilizados por las plantas y organismos que protegen los cultivos de cualquier tipo de enfermedades y plagas (Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P., 2014).

En la descomposición de los residuos sólidos es una fase biológica que existe tres factores importantes (Arias, I., Pérez, M., Lianes, J y Castañón, G., 2009):

- Condiciones ambientales (Temperatura , pH, humedad)
- Compuesto de la materia orgánica (animales, vegetales y mixtas).
- Carga microbiana del suelo.

1.3.2 Procedencia y tipos de residuos orgánicos

Las composiciones de los residuos orgánicos son consideradas como biorresiduos que tomará en cuenta para la elaboración del compostaje, además la mayoría de los residuos orgánicos son recolectadas del desperdicio de alimentos, como también el estiércol vacuno, forrajes de leguminosas, melazas y consorcios microbianos.

1.3.3 Estiércol

El estiércol animal es un compuesto de óxido nitroso (N₂O) considerando como gases de efecto invernadero, estos productos son de mecanismos adyacentes por lo cual son esenciales para desarrollar estrategias de mitigación y desarrollo sostenible (Maeda, Miyatake, Asano, Nakajima, y Maeda, 2018). Cabe agregar que las comunidades microbianas están presentes en el estiércol y es conveniente para producción del compost.

El estiércol es una sustancia amigable que presenta nutrientes y elementos orgánicos para el uso agrario, sin embargo, existen problemas relacionados con el compostaje, unos de los principales problemas es la acumulación de gases de efecto invernadero y la escases de nutrientes debido a que en la elaboración del compostaje es muy deficiente y por consiguiente resulta una disminución en la calidad de compost, esto puede llevar a causa de contaminación secundaria. (Yang, Ma, y Xiong, 2018 *et al.* Lou y Nair. 2009; Jiang *et al.* 2016). En referencia a la clasificación anterior la elaboración del compost debe estar monitoreado constantemente para evitar los problemas mencionados.

1.3.4 Residuos alimentarios

1.4 Aceleradores orgánicos

1.4.1 Generalidades de microorganismos

En el etapa de los procesos de fermentación ocurrido en el compost, se prevalece los microorganismos de tipo aeróbico, trata de reducir los procesos fermentación de tipo anaeróbicos, por consiguiente estos últimos no son adecuados para la aplicación agrícola y conducen a la pérdida de nutrientes en el suelo; y

además los microorganismos inoculantes pueden incrementar la diversidad microbiana y acelerar los procesos para la obtención bioabonos o mejor conocidos como microorganismos eficientes, del mismo modo estas especies selectivas son poblaciones predominantes de bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras , actinomicetes y hongos fermentadores, donde finalmente todos ellos mutuamente son compatibles unos con otros (Sarchi, 2013).

1.4.2 Los Microorganismos Eficientes (EM)

Los microorganismos eficientes es una colonia compuesta de microorganismos beneficiosos (principalmente bacterias fotosintéticas, productores de ácido láctico, levaduras hongos fermentadores y actinomicetes) que son aplicados como inoculantes para aumentar la carga microbiana del suelo, además aumenta la eficiencia fertilización de los cultivos; de tal modo la acción de estos microorganismos en el EM, toman sustancias por otros organismos basado en el desarrollo y funcionamiento; y a la vez éstas son utilizadas para el crecimiento de las raíces de las plantas aumentando el desarrollo logrando sintetizar aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, adicionalmente estos aumenta acelera el incremento de la actividad microbiana en forma naturales, nutriendo la flora, balanceando los ecosistemas microbiales, eliminando microorganismos patógenos (Martínez, M. A. (2006),

1.4.3 Tipos de bacterias

1.4.3.1 Bacterias Ácidos Lácticas

Las bacterias ácido lácticas son un grupo de Grampositivas, no forman esporas, cocos o barras, con una catalasa negativa y organismos existentes, pueden tener una tolerancia de pH bajo el rango de [1-3]. Estas bacterias son fermentadoras de carbohidratos para obtener energía, utilizando fuente de carbono endógeno como también receptores de electrones de lugar de oxígeno, así también son denominadas aerotolerantes, y están protegidos contra el oxígeno, también el crecimiento óptimo para las bacterias ácidos lácticas es de pH 5.5-5.8, dado que las cualidades de estas bacterias tienen requisito nutricionales de complejos de aminoácidos, péptidos, bases nucleótidos, vitaminas, minerales, ácidos grasos y carbohidratos (Mokoena, 2017). En tal sentido los residuos orgánicos son ocasionados por malos olores por tener una descomposición lenta, no obstante los residuos orgánicos están formado por componentes de alto valor nutritivo (proteína, aceites, azúcares, vitaminas, etc.) , ya que está incluido la cadena del ciclo de nitrógeno y de carbono natural son aprovechados por estas bacterias ácidos-lácticas que son fermentadoras que se basa en la acidificación, sobre los carbohidratos obteniendo un producto final de ácido estable, estando mejores cualidades nutritivas y antimicrobianas contra bacterias patógenas y putrefactivas Holguín, M. S., Caicedo, L. A., & Veloza, L. C. (2009).

1.4.3.2 Bacterias Fototróficas

Son bacterias autótrofas (*Rhodospseudomonas spp*) que producen sustancias benéficas a partir de las raíces, materia orgánica y gases dañinos, por lo cual estas utilizan la luz y termino dinámica del suelo como fuente de energética, asimismo las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, sustancias bioactivas, ácidos nucleicos y azúcares, acelerando el aumento del tamaño de las plantas. Los metabolitos son adsorbidos en forma directa, y cumplen el papel de sustrato para aumentar la población Microbiana Eficiente (Sarchi, G. A. J. 2013).

1.4.3.3 Levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares que inicia desde los aminoácidos y azúcares son liberadas por bacterias fotosintéticas, compuestos orgánicos y raíces, la función principal es sintetizar las sustancias antimicrobianas, hormonas y enzimas, por lo cual sirve de sustrato para bacterias ácidos lácticas y actinomicetes (Barre & Stalin, 2003 *et al. Higa*)

1.5 Efectos tóxicos

Estos efectos fitotóxicos son demostrados por un material orgánico sin un adecuado grado de madurez es debido a diversos factores, como el contenido de amonio, ácidos volátiles orgánicos, metales pesados y concentraciones de sales, siendo estos los factores más relevantes, teniendo un fin de producen efectos negativos en el crecimiento

de las plantas reduciendo la germinación de semillas o el brote de raíces que afecta riesgo de la utilización de cultivos (María Teresa Varnero ; A, Claudia Rojas; y Roberto Orellana 2007) hechas las consideraciones anteriores es importante tener en cuenta el nivel de pH en el compost debido a que las variaciones es fundamental para el proceso de maduración del compost.

1.6 Parámetros de estudio

1.6.1 Relación de pH y Conductividad eléctrica (CE)

En los materiales de compostados, el parámetro físico química, el pH y la conductividad eléctrica (CE) son técnicas relacionados en frecuencia la suspensión del compost (o suelo) en un solvente, generalmente el agua, existe una relación másica de compost/agua es adecuada para una correcta medición, el inconveniente de extraer una muestra y analizar el valor de pH la potenciación de hidronio, las variables de pH aumentan a medida que el estrato va diluyendo en este proceso es difícil determinar la medida del pH, esto problema se debe a la aplicación de un exceso de agua , la concentraciones de protones se disuelve y las mediciones dan valores de pH mayores lo que es conocido como efecto de dilución. (York, Mari, y Ambientales, 2017).

1.6.2 Relación de C/N

Los fertilizantes logran mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos así mismo aumentando el estado de nutrientes del suelo y mejorar su estructura. El estiércol vacuno son fertilizantes orgánicos debido a su alto contenido de materia orgánica y nutriente (N y P), así mismo el compostaje es unos métodos eficaces y

económicos para tratamientos de estiércol de animales, de mismo modo los factores que influyen en la calidad del compost está relacionado C/N en general de 25 a 30 son considerados ideales para el compostaje (Kumar et al., 2010) además en la tabla N°1 se observa la ratio ideal de contenido de C/N ideal. En el compostaje la relación del C/N inicial puede aumentar con la calidad de estiércol tratado, pero también puede reducir el nitrógeno como en forma de gas de amoniaco. Así mismo el contenido de humedad es importante para el proceso de actividades fisiológicas y metabólicas de microorganismos donde aprecia en la tabla N°2 (Guo et al., 2012).

Tabla 1: Relación de C/N en índices iniciales del compost.

Relación C/N	Materiales primas	Referencia
19.6	Desperdicios verdes y desechos de alimentos	Kumar et al. (2010)
20	Estiércol de pollo con aserrín	Ogunwande et al.(2008)
20	Estiércol de cerdo con paja de arroz	Zhu (2007)
15	Estiércol de cerdo con aserrín	Huang et al. (2004)

Fuente: (Guo et al., 2012).

Tabla 2: Contenido óptimo de humedad de diferentes sistemas de compostaje.

Contenido óptimo de humedad	Materiales primas	Referencias
69%	Estiércol de ave con paja de trigo	Petrica et al. (2009)
Menor de 80% 60%-70%	Estiércol de cerdo y mazorca de maíz lodos de depuradora	Zhu (2006) Liang et al. (2003)
50%-60%	Estiércol de cerdo con aserrín	Tiquia et al. (1996a)
65-70%	Fracción sólida de estiércol de ave con paja	Kalyuzhnyi et al.(1999)

Fuente: (Guo et al., 2012)

1.7 Elaboración del compost

En la elaboración del compost es considerada como un proceso aeróbico, termófilo donde ocurre un procesamiento de fermentación en estado sólido mediante microorganismos a través de la aplicación de variedades de materiales orgánicos se transforma en compuestos más firmes que son predecesores de sustancias húmicas (Sánchez, Ospina, y Montoya, 2017 *et al Füleky y Benedek, 2010*) por consiguiente las principales materias primas utilizadas para el compostaje son residuos agrícolas, agroindustriales, así como residuos orgánicos.

En la investigación de elaboración del compost de fase continua del Proyecto “Compostaje Alto andino, Soberanía Alimentaria y Adaptación al Cambio Climático”, este proyecto tiene el objetivo trascendente de alcance mundial, regional y nacional, con la contribución de la adaptación al cambio climático, manteniendo un resultado favorable en recuperación y conservación de la fertilidad de los suelos, fueron elaborados con insumos estrictamente locales y la metodologías denominada “Compostaje altoandina” El inicio de la producción de compost se realizó en 1999 en el altiplano norte, en Comunidades Aymaras oriundos del Municipio de Tiahuanaco, requirieron más de 11 meses para el compostaje, si bien

el este compost resultó una buena producción de cultivos, pero el interés de las familias campesinas es optimizar tiempo y economía familiar en la disminución el tiempo del compostaje sin alterar la calidad del abono final. El manejo eficiente de la técnica del compost fue en investigar la forma de acelerar el proceso del compostaje, dado que la aplicación de activadores biológicos locales, fueron observados que los activadores de yogurt, suero leche y levaduras presentaron efecto significativos en la activación del compost reduciendo el tiempo del compostación de 11 a 6 meses; finalmente en continua investigación con ayuda de profesionales de Agronomía, realizaron estudios efectos e influencias de los restos de vegetales, tipos de estiércol, periodos de volteo y aireación, tipos y dosis de activadores locales, verificando la importancia los microorganismos autóctonos, en el proceso de la compostación altoandina, reduciendo el tiempo de compostación de 6 a 2,5 meses, logrando intensificar la metodología a los productores (Camacho, 2018). Con respecto a la reducción del tiempo en el proceso del compostaje si bien es cierto que las bacterias denominadas ácido lácticas fueron las principales causantes en la aceleración de la descomposición teniendo en cuenta que las bacterias anaeróbicas presente en el estiércol lograron trabajar en forma simbiótica.

1.8 Normativa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos

Según el Decreto Legislativo N° 1278 (2017)

Artículo 11.- **Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos** es un instrumento técnico, que es formulada por estrategias selectivas de los residuos sólidos en las mismas circunstancias la segregación en fuente y el diseño de la planta recolectora es selectiva por los residuos sólidos, significa entonces que en este caso el primer paso para la elaboración del compost es segregar de forma selectiva en este caso es utilizado los residuos sólidos orgánicos.

Conclusión

Finalmente para concluir en la investigación el compostaje es un proceso altamente valorado en la gestión de residuos por consiguiente la relación del C/N se infiere que va a variar por las aplicaciones de diferentes tratamientos, además la aplicación del consorcio microbiano es muy fundamental debido a que el pH va a ser controlado por los microorganismos eficientes así mismo inhibe los hongos, microorganismos patógenos que puedan afectar el proceso del compost; los residuos de alimentos utilizados ayudan a acelerar en la descomposición debido a que la reducción del volumen es más accesible para poder degradar y finalmente el aporte nutritivo del compost va acompañado con el uso del estiércol vacuno por esta razón las nuevas tecnologías han llegado a nuevos estudios sobre el comportamiento microbiano y su impacto en la calidad del compost.

Referencias

- Arnol Arias Hoyos. (2010). MICROORGANISMOS EFICIENTES Y SU BENEFICIO PARA LA AGRICULTURA Y EL MEDIO AMBIENTE, *02(02)*, 42–45.
- Barre, S., & Stalin, M. (2003). *Estudio nutricional comporativo de bokashis inoculados con levaduras y con Microorganismos eficientes (EM) de primera y segunda generacion a dos diferentes concentraciones en Zamorano.*
- Camacho, E. C. (2018). Efecto de activadores biológicos locales sobre la microbiota y la calidad del compost en el Centro Experimental de Cota Cota, periodo abril-junio 2018. *Apthapi*, *4(2)*, 1227-1243.
- EC-FAO Food Security Programme: An introduction to the basic concepts of food security, <http://www.fao.org/docrep/013/al936e/al936e00.pdf>. FAO, Eu- ropean Union (2008).
- Daza, m., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P. (2014). *Agroenviromental systms selection for using compost freom municipal biowastes.* (Vol. Primera Edición). (Palmira, Ed.) SciELO acta Agron.
- Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y., & Shen, Y. (2012). Bioresource Technology Effect of aeration rate , C / N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource Technology*, *112*, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.099>
- Hidalgo, D., Marroquín, J. M., Corona, F., Santuiste, J., y Antolín , G. (2018). Técnicas disponibles para la recuperación de nutrientes a partir de residuos. *RETEMA*, 46.
- Holguín, M. S., Caicedo, L. A., & Veloza, L. C. (2009). Estabilidad de almacenamiento de ensilados biológicos a partir de residuos de pescado inoculados con bacterias ácido-lácticas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, *56(II)*, 95-104.

Isaza-Arias, G. C., Pérez-Méndez, M. A., Laines-Canepa, J. R., & Castañón-Nájera, G. (2009). Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y ciencia*, 25(3), 233-243.

Kitpreechavanich, V., Hayami, A., Talek, A., Chin, C. F. S., Tashiro, Y., y Sakai, K. (2016). Simultaneous production of l-lactic acid with high optical activity and a soil amendment with food waste that demonstrates plant growth promoting activity. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 122(1), 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2015.12.017>

Maeda, K., Miyatake, F., Asano, R., Nakajima, K., & Maeda, T. (2018). Chemosphere Response of the denitrifier community and its relationship with multiple N₂O emission peaks after mature compost addition into dairy manure compost with forced aeration. *Chemosphere*, 206, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.04.169>

Martinez, M. A. (2006). Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. *UIDS. Colombia*.

Macdiarmid, J. I., Lang, T., & Haines, A. (2016). Down with food waste.

Medina Lara, M. S., Quintero Lizaola, R., Espinosa Victoria, D., Alarcón, A., Etchevers Barra, J. D., Trinidad Santos, A., & Conde Martínez, F. V. (2018). Production of a compost accelerator inoculant. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(2), 206–210. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.010>

Mokoena, M. P. (2017). Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins : <https://doi.org/10.3390/molecules22081255>

Pearson, D., Minehan, M., & Wakefield-Rann, R. (2013). Food waste in Australian households: Why does it occur. *Australasian-Pacific Journal of Regional Food Studies*, 3, 118-132.

Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario oficial El Peruano, Perú, 21 de Diciembre de 2017.

Rodrigues, A. C., França, J. R., Borth, R., Ferreira, R., Orlando, C., Ros, D., & Daniel, P. (2015). 759
2015, 11, 759–770. Retrieved from
[http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/compostagem de residuos.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/compostagem%20de%20residuos.pdf)

Sadef, Y., Gorm, T., & Bester, K. (2015). Impact of compost process conditions on organic micro
pollutant degradation during full scale composting. *WASTE MANAGEMENT*.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.003>

Sánchez, Ó. J., Ospina, D. A., & Montoya, S. (2017). Compost supplementation with nutrients and
microorganisms in composting process, (26). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>

Sarchi, G. A. J. (2013). Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de
microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y *Trichoderma spp*, como agentes
aceleradores de compostaje. (pp. 55–60).

Sibrian, R. (2008). Deriving food security statistics from national household surveys: experiences,
achievements and challenges. *DERIVING FOOD SECURITY INFORMATION FROM NATIONAL
HOUSEHOLD BUDGET SURVEYS*, 3.

Ventosa, I. P. (2017). Incidencia de los materiales improprios sobre la calidad del tratamiento biológico
de Cataluña, 46–52.

Yang, B., Ma, Y., & Xiong, Z. (2018). Effects of different composting strategies on methane , nitrous
oxide , and carbon dioxide emissions and nutrient loss during small-scale anaerobic composting.