



**Medir parámetros de calidad en el proceso de elaboración de un abono orgánico compostado a base de cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz y gallinaza., Cúcuta, Norte de Santander**

**Measure quality parameters in the process of making an organic compost composted with rice husk, rice husk ash and chicken manure., Cúcuta, North of Santander**

<sup>1</sup>Neyder Andrés Palacios Peña; <sup>2</sup>Ana Francisca González-Pedraza

<sup>1,2</sup> Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona.

**RESUMEN**

En esta práctica empresarial se evaluaron parámetros de calidad en el proceso la elaboración de un abono orgánico utilizando restos de la de producción agroindustrial de arroz en el molino Oro de Coagronorte y se estimaron los costos de producción de una tonelada del producto elaborado. Se elaboró y evaluó un abono orgánico sólido tipo compost en donde se utilizaron los desechos del proceso de producción de arroz blanco del molino Oro de Coagronorte en el km 8 vía al Zulia, para evitar contaminar el medio que rodea la instalación, disminuyendo área ocupada por estos residuos y aprovechar sus nutrientes y propiedades. Se utilizaron las características fisicoquímicas de las materias primas como; ceniza de cascarilla de arroz, cascarilla e impurezas de arroz y gallinaza, también organismos eficientes como Trichox (*Trichoderma harzianum*), los cuales fueron agregados y mezclados para la conformación de tres pilas con 62,9 toneladas de gallinaza, se utilizó el minicargador CASE 220, para iniciar el proceso de descomposición aerobio. Se dispuso de un área en donde se trabajó y permitió determinar variables llevando así una trazabilidad del producto, se midieron y registraron desde el inicio o creación de pilas de abono hasta los días de su maduración, lo que permitió realizar labores y aplicaciones de gua cuando lo requirió. Se logró observar diferencias a corto plazo por el uso de organismos eficientes como *Trichoderma harzianum* en un tratamiento por medio de las variables temperatura, pH, humedad y olor, evidenciando una mejor eficiencia de la descomposición de los materiales en comparación con tratamientos sin el microorganismo, se logró obtener su costo de producción mediante la cantidad de producto utilizado y las horas de trabajo aplicadas con maquinaria e insumos.

**PALABRAS CLAVE:** Abono orgánico, compost, *Trichoderma Harzianum*, fisicoquímicas, eficientes.

**ABSTRACT**



In this business practice, quality parameters were evaluated in the process of preparing an organic fertilizer using remains of the agro-industrial production of rice in the Oro de Coagronorte mill and the production costs of one ton of the manufactured product were estimated. A solid compost-type organic fertilizer was prepared and evaluated where the waste from the white rice production process of the Oro de Coagronorte mill at km 8 via Zulia was used, to avoid contaminating the environment surrounding the facility, reducing area occupied by these residues and take advantage of their nutrients and properties. The physicochemical characteristics of the raw materials were used, such as; rice husk ash, rice husk and impurities and chicken manure, also efficient organisms such as Trichox (*Trichoderma harzianum*), which were added and mixed to form three piles with 62.9 tons of chicken manure, the CASE 220 skid steer loader was used, to start the aerobic decomposition process. There was an area where work was carried out and variables will be determined, thus bringing traceability of the product, they were measured and recorded from the beginning or creation of compost piles to those present, which will be carried out tasks and applications of guidance when required. A procedure was proposed to carry out the compost and activities in the product. It was possible to observe short-term differences by the use of efficient organisms such as *Trichoderma harzianum* in a treatment through the variables temperature, pH, humidity and odor, showing a better efficiency of the decomposition of the materials compared to treatments without the microorganism. its production cost was obtained through the amount of product used and the hours of work applied with machinery and supplies.

**KEY WORDS:** Organic fertilizer, compost, *Trichoderma Harzianum*, physicochemical, efficient.

## I. Introducción

La sostenibilidad y el aumento de la fertilidad del suelo es un reto para cada región, por lo que se requiere de tecnología y conocimientos técnicos de mejoramiento de suelos en la agricultura, para que no se vean limitadas las producciones agrícolas por la baja calidad del suelo luego de las explotaciones intensivas al mismo.

Las explotaciones agrícolas generan residuos como restos de poda, hojas, cascarillas, cascaras, estiércol. En producciones agrícolas e industriales se generan grandes volúmenes, incrementado cada vez por el continuo trabajo y la producción de la agricultura, que tiene como objetivo y tarea principal suplir la demanda de alimento a nivel mundial, que ha venido incrementado por el crecimiento de la población. Estos residuos que, por falta de tecnología, desconocimiento, tiempo y espacio, normalmente terminan en quemas, afluentes de agua, abandonados a descomponerse o enterrados perjudicando muchas veces a especies animales y vegetales (Roman, 2012).

Para evitar la contaminación se les da un uso a estos recursos en la agricultura, haciendo un aporte y reciclaje de nutrientes al suelo, mediante la preparación de un abono orgánico utilizando técnicas como la del compost; devolviendo al suelo en forma asimilable parte de la extracción que se obtiene luego de un proceso de producción agropecuario. La aplicación de abonos y acondicionadores al



suelo mejora sus características aumentando los rendimientos de producción por hectárea y a su vez, evitan contaminación por un uso incorrecto de estos residuos orgánicos (Bernui-Rivero 2016).

El abono orgánico tiene beneficios para los suelos, aprovechando los residuos del proceso de producción, contribuyendo así a la conservación del medio mediante, la mejora de las características del mismo; mejorando la actividad microbiana, la estructura, aireación y capacidad de retención de agua, incrementa las características químicas y biológicas del suelo, libera nutrientes de forma gradualmente, disminuye la dependencia de insumos externos, mejora la infiltración de agua y la capacidad de intercambio catiónico (ICA, 2015).

Siendo un claro ejemplo de conservación donde aplica la regla de las tres R (Reducir, reciclar y Reutilizar). Reducir contaminación por menos productos y menos volúmenes de residuos que perjudiquen fuentes hídricas y habita de especies, reciclar carbono y elementos presentes en las materias primas y reutilizar los nutrientes aportados por el compostaje de estos materiales y sus propiedades (Nava et al., 2018). Por eso en este proyecto se registrarán todas las variables, labores y técnicas realizadas para tener un control y conocimiento del estado y de cada fase de desarrollo por la que pase o experimente el producto, de acuerdo con la norma ICONTEC e ICA para llevar una trazabilidad durante el proceso de elaboración y medición.

El objetivo general de este trabajo fue medir parámetros de calidad en el proceso de elaboración de un abono orgánico compostado a base de cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz y gallinaza.

## 1.1 EL COMPOSTAJE

Para la elaboración del abono orgánico se utilizan materias primas como gallinaza, cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de arroz. Las cuales provienen de galpones, residuos del proceso del molino y cosecha, llegan a la planta de abono orgánico en la cual se almacenan y mezclan las materias primas para que inicie un proceso de compostaje y se conviertan de compuestos heterogéneo a materiales homogéneos (Rodas, 2017).

Según la Norma Técnica Colombiana NTC – 5167 se da un proceso de oxidación aerobia de sólidos orgánicos que realizan una degradación hasta una fase de maduración, convirtiéndola en un recurso estable. Donde interactúan microorganismos, oxígeno, temperatura, humedad, pH. Los diferentes microorganismos iniciarán su trabajo rompiendo las moléculas más sencillas o simples y luego continuarán con las más duras. En cuanto a materiales utilizados de 100 kg de materiales orgánicos se obtiene entre 30-40 kg de compost, entre un 60 a 70% se disipa en forma de vapor de agua y CO<sub>2</sub> (ICA E ICONTEC, 2003).

Mediante este proceso como consecuencia de la oxidación de carbono a CO<sub>2</sub>, se genera energía en forma de calor, la cual queda capturada en la masa que se está degradando de la pila, haciendo que la temperatura interna pueda alcanzar hasta los 75°C (Sepúlveda, 2013).



De esta manera es indispensable tener en cuenta el factor ambiente por consiguiente se toman variables como temperatura, conductividad eléctrica, humedad, pH. Para ejecutar acciones que permitan realizar el compost y así mismo acelerar su proceso (Bueno et al., 2016).

## 1.2 FASES DEL COMPOSTAJE

Un adecuado compost presenta varias fases las cuales es indispensable conocer, para tener un control y reconocer en qué estado se encuentra el material compostado. Estas fases son:

Fase mesófitas, en esta fase inicial, las materias primas inician a temperatura ambiente, la cual aumenta en días incluso en horas, subiendo hasta los 45°C. La actividad microbiana es la responsable de este aumento, ya que utilizan fuentes de nitrógeno (N) y carbono (C) generando calor. En esta fase la descomposición de compuestos como azúcares solubles, producen ácidos orgánicos, los cuales causan acidez en el medio, por una disminución en el pH llegando a valores 4,0 a 4,5, el tiempo de esta fase es de 3 o 15 días (Román et al., 2013).

Fase termófila o de higienización, inicia cuando el material supera los 45°C, los microorganismos mesófilos de temperaturas medias son sustituidos por microorganismos termófilos mayormente por bacterias, que actúan proporcionando la degradación de fuentes de C como la celulosa y lignina. También transforman el nitrógeno en amoníaco haciendo que el pH suba. Por efecto de las altas temperaturas en la fase termófila, se eliminan bacterias patógenas y parásitos en los materiales del compost. En las otras fases puede ocurrir una re-contaminación, por utilizar herramientas contaminadas con material fresco. En concreto a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, éstas se encargan de descomponer las ceras, hemicelulosas y compuestos compactos de C, esta fase puede durar desde días hasta meses de acuerdo con las características del material que se está compostando y las condiciones climáticas de la zona (Román et al., 2013).

Fase de enfriamiento o mesófila, consumidas las fuentes de carbono y mayormente el nitrógeno en el material en compost, la temperatura disminuye de nuevo hasta los 40-45°C. En esta fase continua la degradación de polímeros como la celulosa, pueden aparecer algunos hongos observables a simple vista. Cuando la temperatura baja a los 40 °C, la actividad de los organismos mesófilos reinicia y el pH desciende moderadamente, aunque el pH se mantiene en esta fase ligeramente alcalino, esta fase dura varias semanas y no debe confundirse con la fase de maduración (Román et al., 2013)

Fase de maduración, es un ciclo que dura meses a temperatura ambiente, en la cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados dando formación a ácidos húmicos y fúlvicos obteniéndose un producto más estable (Docampo, 2013). Por efecto de las altas temperaturas en la fase termófila, se eliminan bacterias patógenas y parásitos en los materiales del compost. En las otras fases puede ocurrir una re-contaminación. También recibe el nombre de fase de higienización, que por su alta temperatura controla a bacterias contaminantes fecales como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Otros beneficios de esta fase con



temperaturas por encima de los 55 °C es la eliminación de esporas de hongos fitopatógenos, quistes y huevos de helminto y semillas de malezas, dando como resultado un producto limpio (Tabla 3) (García et al., 2012).

Tabla 1. Temperaturas necesarias para eliminar bacterias

Microorganismos patógenos	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella</i> spp	65°C	1 hora
	65°C	15 - 20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	65°C	1 hora
	65°C	16 - 20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	65°C	1 hora
	65°C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	65°C	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	65°C	3 días.

Fuente: elaboración propia basado en (FAO, 2013).

## II. Materiales y metodología

### 2.1 Elaboración de abono orgánico

El trabajo se inició con la observación y medición del área disponible para realizar abono y almacenar materias primas, para esta labor se utilizó un decámetro y un GPS Garmin se registró un área total para almacenar y realizar abono de 3240 m<sup>2</sup>, luego de medir se procedió a organizar un área de 1800 m<sup>2</sup> en la cual se destinó para preparar, mezclar y remover abono. La empresa compro 62,910 kg sesenta y dos mil novecientos diez kilogramos de gallinaza o 62,91 toneladas a la Granja Avícola Villa Paula. Para el descargue de material se limpió con el minicargador un área de 10m x 25 m= 250 m<sup>2</sup>.

Se procedió con el minicargador Case SR220 a agregar una cantidad igual 33,33% de cada material cascarilla e impurezas, ceniza y gallinaza, se agregó una palada con el minicargador de gallinaza, una de ceniza de cascarilla y una y media de cascarilla. cada una de las materias disponibles se, fueron aplicando y mezclando lo que permitió homogenizar la mezcla, se armaron tres pilas en forma piramidal.

#### Armado de pilas de abono

Pila 1 compuesta por cascarilla, ceniza de cascarilla y gallinaza, se agregó cascarilla, ceniza y gallinaza el operario de la maquina fue sacando de a una palada de cada uno de los materiales al área destinada para realizar abono, iniciando con la cascarilla, luego se fueron agregando y mezclando gallinaza y ceniza con el mini cargador, dejo lo más homogénea posible la mezcla, se agregó hasta que se hizo un primer arrume el cual se midió con un decámetro y alcanzo una altura de 1,80 metros, la base fue de 4,28 metros de allí se tomó de referencia para continuar la pila con



esas medidas, se continuo aplicando los materiales hasta que se alcanzó una longitud de 15,80 metros así se armó la primera pila el tiempo de armado fue de 1,41 horas.

Con la formula del volumen de una pirámide se calculó su volumen  $\frac{B * H}{2} = m^2 * L = m^3$ , en donde: B= base, H= altura, /= signo división y L= longitud (Román, 2012).

Volumen de una pirámide  $\frac{B * H}{2} = m^2 * L = m^3$  se calculó un volumen de 60,83 m<sup>3</sup>. Para la pila 1.

La pila 2 compuesta con cascarilla, ceniza de cascarilla y gallinaza más organismos eficientes *Trichoderma harzianum*, se fueron agregando las materias primas el operario del minicargador realizó las labores, saco de cada área de almacenamiento cascarilla, gallinaza y ceniza, fue mezclando, posterior al armado se midió y se registró una altura de 1,20 metros, una base de 3,80 metros y longitud de 23,40 metros el tiempo de armado de esta pila fue de 2,3 horas dato registrado en el formato Excel (anexo 9) los tiempos variaron de acuerdo a la distancia de los materiales a cada sitio en donde se preparó mezcla de materias primas.

Volumen de una pirámide  $\frac{B * H}{2} = m^2 * L = m^3$  se calculó un volumen de 53,35 m<sup>3</sup>. Para la pila 2.

A esta pila se le agregó el microorganismo eficiente *Trichoderma harzianum* al mes y 21 días posterior a su armado. Se agregó en la pila 2 *Trichox* (*Trichoderma harzianum*), la dosis del producto aplicado fue de 200 gramos por caneca de 200 litros de agua se agregaron 2 dosis, se mezcló y luego se agregó también 3 kilos de melaza que enriquecieron la mezcla se revolvieron hasta que se homogenizó, la aplicación fue realizada con una fumigadora de espalda con arranque suave de capacidad de 25 litros, la bomba tiene motor para impulsar la salida de líquidos. Se aplicó de forma convencional por aspersión por toda la superficie de la pila. El trabajador lo hizo con todo el equipo de protección.

La pila 3 compuesta con cascarilla, ceniza de cascarilla y gallinaza, se agregaron cada uno de los tres materiales con el minicargador, se fueron mezclando a medida que se agregaron se logró registrar una altura de 1,70 metros, una base de 4,80 metros y una longitud de 13 metros. El tiempo de preparación y armado fue de 2 horas

Volumen de una pirámide  $\frac{B * H}{2} = m^2 * L = m^3$  se calculó un volumen de 53,04 m<sup>3</sup>. Para la pila3.

Se organizaron en un área adecuada que permitió tomar labores como lo fueron remociones con maquinaria, aplicaciones de agua, tomar los datos de las variables. Cuando se hizo este procedimiento el operario de la maquina tuvo los implementos de seguridad; botas, casco, guantes, tapabocas, tapa oídos, Con la proporción y cantidad igual de los materiales se obtuvo una relación carbono nitrógeno de la gallinaza de 7:1 y cascarilla de 66:1 para una relación total de 36:1 (FAO 2016). La cual fue óptima para iniciar el proceso de compostaje.

2.2 Determinar parámetros de calidad en la elaboración del abono orgánico mediante variables



Se monitorearon y evaluaron la calidad del abono, durante el proceso de desarrollo del material se tomaron dos veces por semanas las siguientes variables temperatura, pH, humedad y olor las cuales fueron registradas en el formato Microsoft Excel creado donde también permitió registrar las labores realizadas en el compost.

Temperatura ambiente: se tomó la temperatura ambiente junto con las variables para tenerla como referencia debido a que influye.

Temperatura de las pilas °C: se midió con un termómetro de compost el cual se insertó en 3 partes diferentes de cada pila a más de 30 cm dentro de la misma, durante el muestro se esperó 2 minutos a que se estabilizara la medición del termómetro, ese muestreo se promedió y se escribió en un documento formato Excel.

pH y humedad %: con un phmetro el cual midió humedad y pH con escala de pH de 4,5 a 7,0. Se hizo lo mismo que con la temperatura, se tomaron en 3 partes diferentes de cada pila, se promediaron y se registraron en el Excel dos veces por semana.

La humedad: se trabajó en rangos de 25% a 70% en el compost, se insertó en la parte alta, media y baja de la pila se promedió y se registró la labor en cada una de las 3 pilas

Olor y tiempo de maduración: Los olores desagradables, poco agradable y agradable se registraron y se realizó una escala numérica de 1 a 3 para marcar la diferencia de olores.

Tabla 2. Escala de olor en el abono.

Escala de olor en pilas de compost	
Escala	Definición
1	Agradable
2	Poco agradable
3	Desagradable

Fuente autor propio.

Junto con los demás datos el estado en que se tiene el material que se está compostando todos estos datos se registraron en un formato Excel el cual se realizó para tener así las fechas de todas las actividades que se hicieron y la cantidad de veces junto con el tiempo. Los datos de temperatura, pH, olor y humedad se tomaron dos veces por semana.

Insumos, máquinas y equipos que serán utilizados: Gallinaza, cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz, Trichox (*Trichoderma harzianum*) agua, minicargador, bascula, bomba termómetro de compost, medidor de pH y de humedad decámetro, libreta-lapicero, elementos de protección personal, botas de caucho guantes tapabocas, gafas de protección, protector auditivo cunado se utilice maquinaria, casco.

### III. Resultados y discusión



La temperatura es un factor fundamental a tener en cuenta en el compostaje, permite identificar en qué fase se encuentra el abono.

En la pila 1 sin *Trichoderma* desde el segundo día de su armado presentó altas temperaturas alcanzando los 63°C y 69°C en menos de una semana, este aumento de temperatura está influenciado debido a la oxidación de carbono a CO<sub>2</sub> de materia orgánica producto de la activación microbiana, genera energía causando un aumento en la temperatura en donde inician degradación de moléculas más sencillas (Sepúlveda, 2013). Se observa que la temperatura de la pila 1 es muy inestable, debido a las condiciones ambientales, las altas temperaturas ambiente aumentan el calor en la pila de compost. La humedad se mantiene en un rango un poco bajo, se favoreció en los días de precipitaciones que influyeron también en las temperaturas bajas registradas en el compost. A pesar de ser baja la humedad se registró dentro del porcentaje que permite la acción de microorganismos ya que la utilizaron como medio de transporte de los nutrientes (Liang et al., 2003) por consiguiente, siempre hubo actividad de microorganismos que aprovecharon la capacidad de retención de humedad de la materia orgánica (Figura 1).

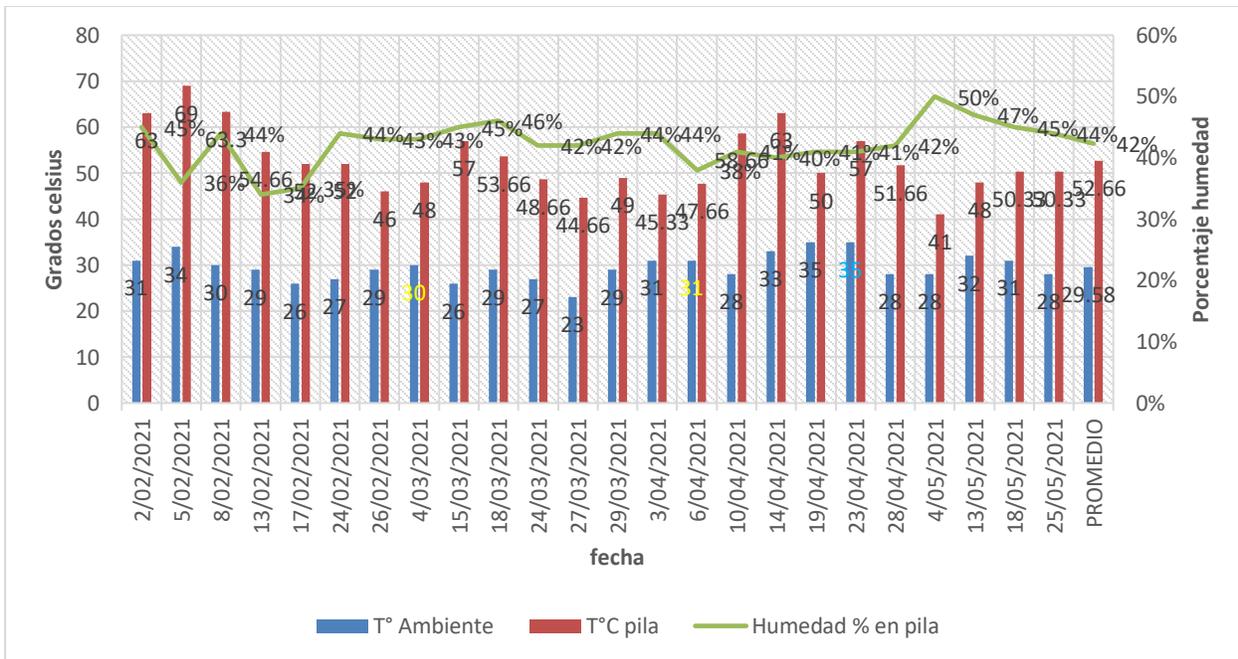


Figura 1. Pila 1. Testigo sin *Trichoderma* variables de temperatura ambiente, de la pila 1 y humedad.

Fuente: autor propio.

En la pila 2 tratamiento con dos dosis de 200 gramos de *Trichoderma*, se evidencian temperaturas de la misma alta en los primeros 10 días, posiblemente por el inicio de la etapa de oxidación de materia orgánica sólida en contraste la humedad fue baja posiblemente influyó la baja densidad de la cascarilla ocupando más espacio según Prada (2010), permitiendo más pérdidas de humedad. El día 17 se evidenció una baja temperatura en la pila y baja temperatura ambiente, en esta fase cuando la cascarilla está entera permite una mayor pérdida de humedad por el espacio que ocupa debido a



las altas temperaturas y el viento. En esta pila se aplicó Trichox (*Trichoderma harzianum*) el día 24 de marzo se le aplicó, a los 21 días de su mezcla, luego de su aplicación se observa que la temperatura tuvo un descenso y luego se observa un aumento de calor gradual hasta un mes después de su aplicación, el hongo benéfico protegió de patógenos fúngicos mediante parasitismo y antagonismo (Ezziyyani, 2004). Lo que favoreció la eficiencia del compostaje de la pila teniendo en cuenta en la etapa inicial las temperaturas altas posiblemente eliminaron bacterias presentes en la gallinaza, en las demás pilas la temperatura tuvo mayor amplitud en variación (Figura 2).

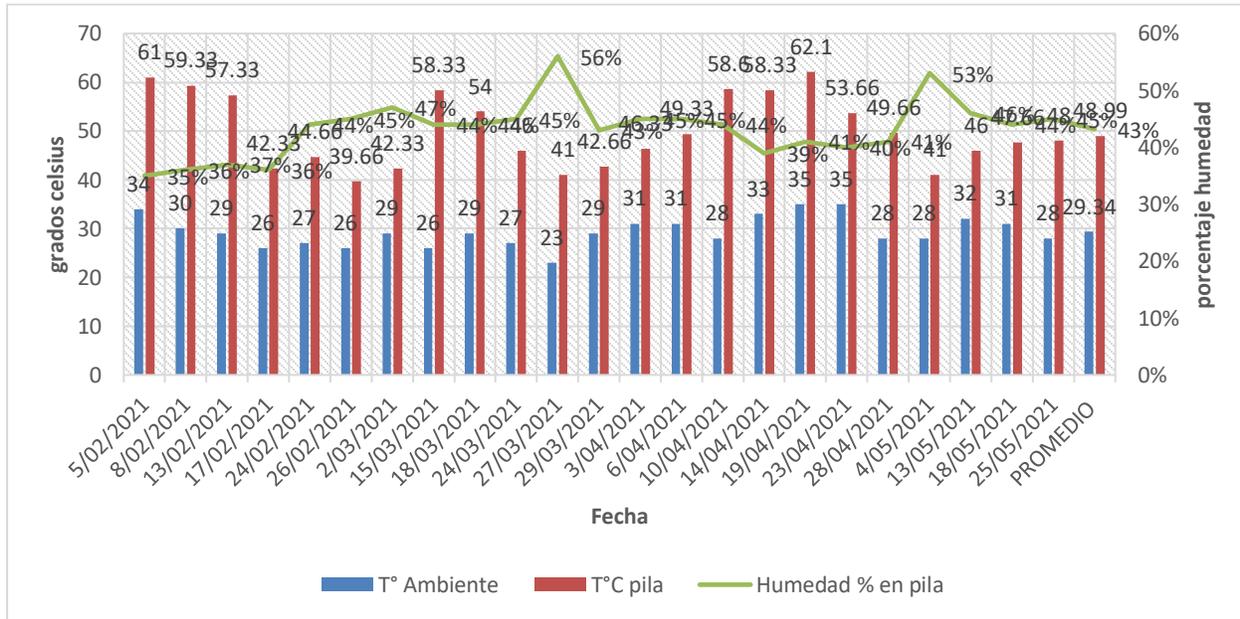


Figura 2. Pila 2. con aplicación de Trichox (*Trichoderma harzianum*) variables de temperatura, humedad.

Fuente: Autor

En la pila 3 testigo sin tratamiento se evidencia en esta pila que la temperatura fue irregular y se registraron hasta de 72°C durante todo su desarrollo, posiblemente fue influenciado por las altas temperaturas que eliminan bacterias como *Salmonella* spp y *Escherichia coli* (FAO, 2013). Pero no se tienen en la gallinaza comprada. También los microorganismos que utilizaron las fuentes de nitrógeno de la gallinaza y de carbono de la cascarilla, esta pila presentó temperaturas elevadas en los datos finales en comparación con las demás pilas, lo que indica falta de madurez o madurez no homogénea, posiblemente hicieron falta más volteos para exponer más área a la acción de factores ambientales. La humedad influyó el contenido de esta para descomposiciones de compuestos azúcares solubles (Román et al., 2013).

Con una mayor humedad y un enriquecimiento de azúcares hubiesen tenido más eficiencia los organismos descomponedores permitiendo tener una pila más estable, se encontró que en todas las pilas se evidencia la fase termófila superando los 45°C, causando disminuciones de humedad por evaporación, los niveles de humedad posiblemente permitieron aeración por los poros al no estar



saturados de agua, lo que causaría un medio anaerobio y perjudicaría a los organismos que trabajan en la descomposición aerobia (Figura 3).

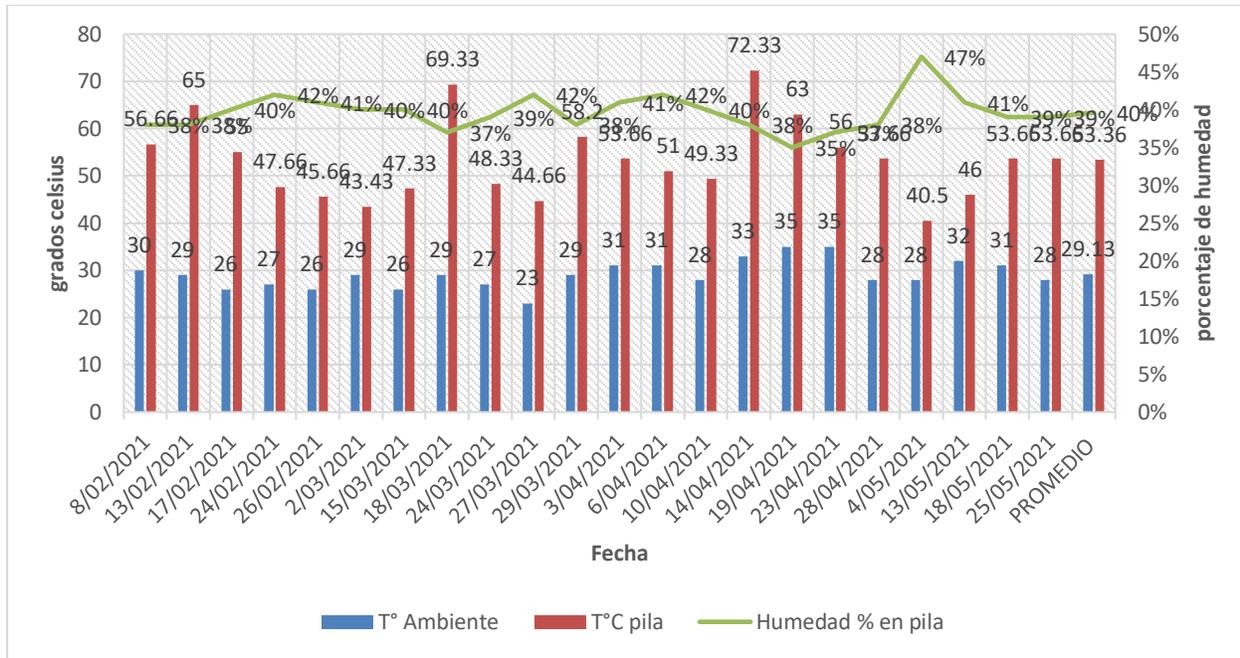


Figura 3. Pila 3. Sin Trichox testigo 2. variables de temperatura, humedad.

Fuente: Autor

En la figura 4 se observa el pH de las tres pilas que se elaboraron y evaluaron en este estudio. El pH en las pilas presentó valores poco ácidos, debido al alto contenido de ceniza de cascarilla que funciona como enmienda para corregir acidez en el suelo (Camargo, 2016). Favoreciendo así la absorción de elementos y mejorando eficiencia de fertilizaciones químicas, sin embargo, se observa diferencias en las 3 pilas, los valores por debajo de 5 se dieron mediante la etapa de máxima descomposición cuando se formaron ácidos orgánicos, sin embargo, los valores están en los rangos en donde se produce la mayor actividad de bacterias (Román et al., 2013), favoreciendo así el compostaje del material. La pila con aplicación de Trichox presentó mayor estabilidad en los rangos de pH y muestra un leve aumento en los últimos datos registrados posiblemente se debe a un óptimo compostaje por pocos patógenos fúngicos contaminantes controlados por el hongo *Trichoderma harzianum* el cual se caracteriza por ser un antagonista, a pesar de que las cascarilla es lavada con ella vienen algunas impurezas como pajas, en las cuales pueden encontrarse el micelio de algún hongo que afecte el cultivo del arroz como el añublo del arroz por (*Rhizoctonia solani*), causando un posible control o reducción de este patógeno permitiendo obtener un producto inocuo que ira dirigido al suelo en dónde se encuentra la enfermedad Mancha naranja (*Gaeumannomyces graminis*) en algunos suelos arroceros (Granados-Ferrer & Giraldo-Vanegas, 2020; Pineda-Zambrano & González-García, 2020; Pineda-Zambrano et al., 2020; Castellanos et al., 2019; Rodríguez, 2013).

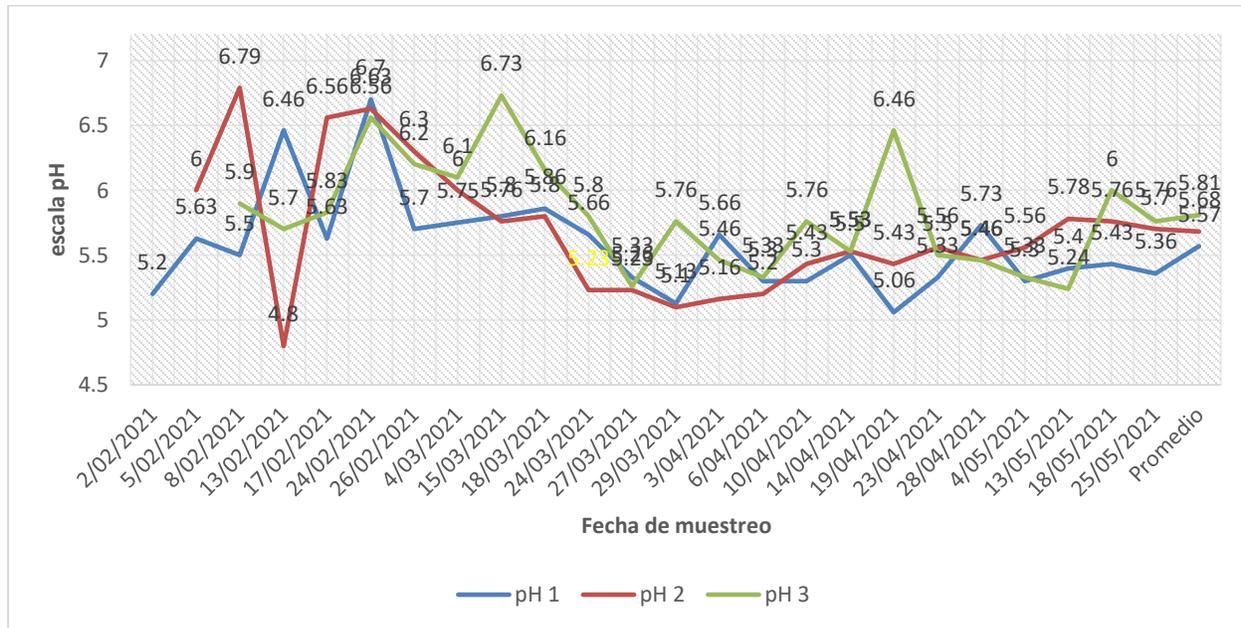


Figura 4. Variables de pH en las 3 pilas

Fuente: Autor

En la figura 5 se muestra el comportamiento del olor, en la etapa inicial de las 3 pilas fue fuerte ya que se utilizó gallinaza, la reducción del olor desagradable se fue percibiendo con el transcurso de los días, el olor aumentó en las remociones o volteos de pilas, luego del riego el olor aumentó, esto es indicativo de la falta de oxígeno en los materiales, por la poca aireación, generando exceso de humedad, también indicando que el compost no está listo (Román et al., 2013). En los volteos se benefició la aireación aumentando la interacción biológica de organismos aerobios descomponedores, reduciendo además temperatura (Figura 5).



Figura 5. Variable de olor en las 3 pilas

Fuente: Autor.

Las pilas fueron creadas en fechas muy cercanas; pila 1 testigo fue creada el 2 de febrero, la pila 2 con *Trichoderma* el 5 de febrero y la 3 testigo el 8 de febrero. En cuanto a la maduración se observa en las variables obtenidas que la pila 2 con tratamiento de *Trichoderma* en la etapa final fue la más estable, posiblemente por un compostaje más homogéneo donde influyeron los microorganismos aplicados como *Trichoderma harzianum* manteniendo un medio un poco más inocuo que en las demás pilas sin tratamiento, así como un óptimo aprovechamiento de las fuentes aportadas de las materias primas para hacer el proceso de compostaje.

En cuanto al tiempo de maduración influyen las condiciones climáticas como altas temperaturas y las labores realizadas a las mismas, volteo para exponer área a vientos, aplicaciones de agua para mantener el rango ideal entre 40 a 60% de humedad. El tiempo de maduración ideal se encontró a los 5 meses en la pila 2, el tiempo se puede disminuir realizando las labores establecidas en las pilas más seguido. Se comprobó su madures con temperatura, pH, la textura suave al tacto del abono y el olor. En el anexo 12 se observa una pila en el día de armado, colores variados de cada uno de los materiales agregados, cascarilla, ceniza y gallinaza. En el anexo 13 se observa una de las pilas ya madura con un color oscuro total, también se registran olores agradables, y bajas temperaturas en las misma.

Tabla 3. Costo de producción de una tonelada de abono.

Costo de producción de una pila de compost de abono orgánico en Coagronorte
---



Precios	Precios de costo de producción de cada material y labor por 1 tonelada de compost madura
Precio del 1 kg de gallinaza \$130 \$130 x 513kg=	\$ 66,690
Precio 1 kg de cascarilla en el molino \$35 x 513 kg=	\$ 17,955
Precio de 1 kg de ceniza en el molino \$30 \$30 x 513kg=	\$15,390
Transporte 1 tonelada de gallinaza = \$35,000 1kg de gallinaza \$35 \$35 x 513kg =	\$17,955
Costo de traída de agua = \$100,000 / 303 toneladas teniendo en cuenta que el agua se reparte para las 3 pilas creadas y las 6 ya existentes. Costo de agua aplicación para 1 tonelada \$303,22 303,22 x 5 aplicaciones =	\$1516,15
Minicargador \$5000/ hora \$5000 x 9 horas= \$45,000 45,000/ 31 ton promedio de las pilas =	\$1451,61
Trichox (Trichoderma harzianum) \$14,100 dosis /200 gr para 10 toneladas 14,100/ 10 ton = \$1410/ 1 ton 1410 x 2 aplicaciones = \$2420 \$ 2420 x 1,5 tonelada inicial =	\$3630
Total, costo de producción de 1 tonelada de abono orgánico	\$124.587,76
Precio de venta de una tonelada de abono	\$253.000
Ganancias	\$128.412,24

Fuente: Autor.

Los costos de producción de una tonelada de abono en relación a su precio de venta son favorables, el costo que más influyo fue el precio de la gallinaza, influyo la distancia de traída de la gallinaza y el agua, a mayor distancia mayor es el precio de transporte del material o producto.

Teniendo en cuenta que el precio de venta no es alto, se debe tubo también en cuenta que son 5 meses para producirla se manejaron tener cuidadosamente los recursos, se realizaron labores a tiempo para no alargar su tiempo de maduración, las aplicaciones de agua que se hicieron fueron adecuadas una mensual, en este proceso se trató de no desperdiciar nada y se hizo indispensable registrar todo lo para llevar el costo.

#### IV. Conclusiones

Se lograron medir e interpretar parámetros de calidad que influyen en un compostaje como lo son temperatura la cual fue elevada en la fase termófila alcanzando hasta los 72°C en las etapas iniciales y se dio por la oxidación de compuestos orgánicos, mediante su aumento acelero la descomposición de sustancias orgánicas, la humedad se registró en rangos adecuados para el compostaje entre 40% a 60% la mayor parte del tiempo, pH fue ideal durante todo el proceso, se presentaron pH ácidos en las etapas de mayor temperaturas y luego de lluvias, el pH de las 3 pilas se obtuvo finalmente



por encima 5,6 ligeramente ácido y olor, mediante la escala se mediaron olores fuertes poco agradables, los cuales redujeron a medida que se fueron compostando de los materiales hasta percibirse olores agradables evidencia de su maduración. Se aplicó un microorganismo eficiente *Trichoderma* en la pila 2 y se evidenció mayor estabilidad en la pila aplicada por medio de las variables registradas.

Se propuso un procedimiento el cual permitió conocer el orden de preparar el abono orgánico, con medidas de áreas, adecuaciones de las mismas, proporciones de material a utilizar con el minicargador, mezclar cascarilla 1 ½ palada, gallinaza 1 palada y ceniza 1 palada para obtener la relación carbono nitrógeno 35:1, las variables a medir temperatura, pH, humedad y olor y labores a realizar en el abono teniendo en cuenta las variables y tiempos donde influyen diferentes áreas de la empresa y se sigue un conducto regular.

También se estimó el costo de producción de una tonelada de abono en donde el mayor costo fue el de la gallinaza por ser el material comprado y transportado hasta el molino, se evidenció un costo de producción de una tonelada de \$124.587,76 el cual es viable teniendo en cuenta que el precio por tonelada es de \$253,000 dejando una ganancia en 5 meses de \$128,412. En comparación con otros abonos orgánicos del mercado es más asequible para los agricultores el abono elaborado en Coagronorte, el bulto de 50 kilogramos tiene un precio de \$12,650, mientras en el mercado se encuentran precios de \$42,500 por bulto de 50 kilogramos de abono compostado.

## Bibliografía

- Bernui S, y Rivero. A, (2016) Obtención de abono orgánico compost a partir de desechos agroindustriales y su influencia en el rendimiento del cultivo de *Zea mays*. Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA. revistas.unitru.edu.
- Bueno, P. (2016). Factores que afectan al proceso de compostaje. Capítulo 4. Igitel.csic.es.
- Camargo. (2016). La ceniza de cascarilla de arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico. Investigacion.unitropico.edu.co/, 6.
- Castellanos, L., Martínez, G., Castro, M., & Villamizar, C. (2019). Alternativas para el control de la hernia de las crucíferas en coliflor en el municipio Mutiscua, provincia de Pamplona, Norte de Santander. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 4(2), 75-81. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/1014>
- Castellanos González, L., Fuentes, Y. Y. & Mondragón, Y. D. (2019). Comparación de la eficacia de tres antagonistas comerciales para el control de *Plasmodiophora brassicae* Woronin en condiciones de laboratorio. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 4(1), 22-28. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/903>
- Docampo R, (2013). Segunda fase maduración o cuadro. Compostaje y compost, 5 <http://www.ainfo.inia.uy> recuperado el 13 de junio 2021.



- Ezziyyani M, P. C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimentón (*Capsicum annum* L.). *www.um.es universidad de Murcia*, 12. recuperado el 10 de febrero de 2021
- Granados-Ferrer, E. A., & Giraldo-Vanegas, H. (2020). Alternativas biológicas para el manejo de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny), como contribución a la producción limpia de la papa, en Suramérica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 79-82. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/846>
- ICA (2015). Abono orgánico compostado en producción ecológica. *ica.gov.co*, 20. Recuperado el 29 de enero de 2021 <https://www.ica.gov>
- ICA E INCONTEC, I. C. (2003). Compendio ICONTEC-ICA sobre fertilizantes en Colombia: reglamento y normas técnicas colombianas. *Agrosavia*, 259. Recuperado el 11 de febrero de 2021 <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34846>
- Román, P.; Martínez, M. M.; Pantoja, A. 2013. *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Oficina Regional para América
- García C. D.I.I., Lima Cazorla, L.A.I, Ruíz Gutiérrez, L.I.I. & Calderón Peñalver, P.A. (2014). Métodos y parámetros para determinar la madurez en el compost a nivel de fincas. *Medio Ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*. Año 14, No.26, 2014 ISSN-1683-8904
- Liang, C. Das, K.C. McClendon, R.W. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource Technology* 86 (2003) 131–137
- Nava, J., Caricapa, A y Vidal, F. (2018). Las tres R: Una opción para cuidar nuestro planeta.
- Pineda-Zambrano, M. C., Pineda, D., Labarca, J. L., & González-García, H. (2020). Caracterización y comportamiento biológico de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* Rifai del Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 9-15. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/788>
- Pineda-Zambrano, M. C. & González-García, H. (2020). Sensibilidad de una cepa nativa *Trichoderma harzianum* Rifai a dos fungicidas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 95-100. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/988>
- Rodas, R. (2017). El compost: abono orgánico gratis. *www.FEDECACAO.com.co*, 2.
- Rodríguez D. (2013). Mancha naranja (*Gaeumannomyces graminis* var) Corporación Arrocería Nacional de Costa Rica CONARROZ. <https://www.conarroz.com/userfile/file/BoletinManchaNaranja.pdf>
- Prada, A.C.V. (2010). La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquia* 14(1):155-170.
- Sepúlveda, A. J. (2013). *Manual de Compostaje*. Earthgreen Colombia, 88. Recuperado el 13 de febrero de 2021 de [www.earthgreen.com.co](http://www.earthgreen.com.co).

# Revista digital de Semilleros de Investigación REDSI

ISSN: 2711-3892



Vega, H., Castellanos, L., Céspedes, N., & Sequeda, A. (2019). Control alternativo de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 10-21. Recuperado a partir de <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/910>