



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, _____

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Carlos Valderrama Osorio, con C.C. No.1083911046 _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

Titulado: Producción De Abono Orgánico Compostado Con Pollinaza De Cama En La Empresa Avícola
“Granja Omega” Del Municipio De San Agustín Huila _____

presentado y aprobado en el año 2022 _____ como requisito para optar al título de

Ingeniero Agrícola _____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina

351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Juan Carlos Valderrama Osorio

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**

CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 2

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA							
	GESTIÓN DE BIBLIOTECAS							
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA		1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Producción De Abono Orgánico Compostado Con Pollinaza De Cama En La Empresa Avícola “Granja Omega” Del Municipio De San Agustín Huila

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
VALDERRAMA OSORIO	JUAN CARLOS

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CHAVEZ PARRA	YONY ARLEY

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÍCOLA

FACULTAD: INGENIERA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERIA AGRICOLA

CIUDAD: Pitalito

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 35

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___Fotografías___Grabaciones en discos___Ilustraciones en general___Grabados___
Láminas___Litografías___Mapas___Música impresa___Planos___Retratos___ Sin ilustraciones___Tablas
o Cuadros_x_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Word; Pdf

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español	Inglés
1. Pollinaza	Chicken Manure
2. Compost Orgánico	Organic Compost
3. Fertilizante	Fertilizer

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En el Huila hay registradas 147 granjas avícolas, de las cuales 102 (69.4%) son productoras de pollo, y 45 (30.6%) están orientadas a la producción de huevos. Los municipios con mayor número de granjas son Palermo y Pitalito cada uno con 26 (35.4% del total); La Plata, con 22 (15%); Rivera, con 17 (11.6%), y Neiva con 10 (6.8%); La granja avícola Omega es una de estas granjas, y con propósito de gestionar responsablemente el estiércol que produce, se plantea su compostaje para el uso posterior en la producción agrícola como fertilizante de origen orgánico; en este proyecto de pasantía se trabajó en la estandarización de un proceso de compostaje en cumplimiento de parámetros técnicos como: la Relación carbono nitrógeno C/N, Temperatura, Humedad relativa, y se midieron variables Físicoquímicas, pruebas Microbiológicas y Test de Germinación para garantizar la trazabilidad del proceso, y la calidad del producto terminado. El compost elaborado incidió de manera positiva en la etapa de germinación y crecimiento radicular de las semillas de lechuga (*Lactuca sativa*), con incrementos en el Índice de Germinación (IG) por encima de 130, según los análisis microbiológicos el producto terminado cumple con lo estipulado en la resolución no. 068370 del 27 / 05 / 2020 emitida por el ICA y que establece los requisitos para el registro de productor, productor por contrato, envasador, importador y departamentos técnicos de ensayos de eficacia agronómica de Bioinsumos para uso agrícola; así como los requisitos para el registro de Bioinsumos para uso agrícola. Como aporte a la empresa para dar continuidad y facilitar este proceso de responsabilidad ambiental y generación extra de ingresos, se formuló el “**Manual de compostaje para la Granja Omega en el municipio de San Agustín, Huila**”

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO					 ISO 9001	 ISO 14001	 ISO 45001	 ICONNET
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3		

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

In the Huila department there are 147 registered poultry farms, of which 102 (69.4%) are chicken producers, and 45 (30.6%) are oriented to egg production. The municipalities with the largest number of farms are Palermo and Pitalito each with 26 (35.4% of the total); La Plata, with 22 (15%); Rivera, with 17 (11.6%), and Neiva with 10 (6.8%); The Omega poultry farm is one of these farms, and with the purpose of responsibly managing the manure it produces, its composting is proposed for later use in agricultural production as organic fertilizer; In this internship project, we worked on the standardization of a composting process in compliance with technical parameters such as: the C/N Carbon Nitrogen Ratio, Temperature, Relative Humidity, and Physicochemical variables, Microbiological tests and Germination Test were measured to guarantee the traceability of the process, and the quality of the finished product. The elaborated compost had a positive impact on the stage of germination and root growth of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds, with increases in the Germination Index (GI) above 130, according to microbiological analyzes, the finished product complies with what stipulated in resolution no. 068370 of 05/27/2020 issued by the ICA and which establishes the requirements for the registration of producer, contract producer, packer, importer and technical departments of trials of agronomic efficacy of Bio-inputs for agricultural use; as well as the requirements for the registration of Bio-inputs for agricultural use. As a contribution to the company to give continuity and facilitate this process of environmental responsibility and extra income generation "Composting manual for the Omega Farm in the municipality of San Agustín, Huila".

APROBACION DE LA PASANTIA

Nombre Jurado: Ms.c John Jairo Arévalo Hernández

Firma:



Nombre Jurado: Jennifer Katiusca Castro Camacho

Firma:

Jennifer Katiusca Castro Camacho

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOSTADO CON POLLINAZA DE CAMA EN LA EMPRESA AVÍCOLA “GRANJA OMEGA” DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN HUILA

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autores

Juan Carlos Valderrama Osorio: 20141126374

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Sede Pitalito, Huila, Colombia. 2023

Firma

Director: Yony Arley Chávez Parra

Nota de aceptación

Firma

Jurado: John Jairo Arévalo Hernández

Firma

Jurado: Jennifer Katiusca Castro
Camacho

PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOSTADO CON POLLINAZA DE CAMA EN LA EMPRESA AVÍCOLA “GRANJA OMEGA” DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN HUILA

RESUMEN

En el Huila hay registradas 147 granjas avícolas, de las cuales 102 (69.4%) son productoras de pollo, y 45 (30.6%) están orientadas a la producción de huevos. Los municipios con mayor número de granjas son Palermo y Pitalito cada uno con 26 (35.4% del total); La Plata, con 22 (15%); Rivera, con 17 (11.6%), y Neiva con 10 (6.8%); La granja avícola Omega es una de estas granjas, y con propósito de gestionar responsablemente el estiércol que produce, se plantea su compostaje para el uso posterior en la producción agrícola como fertilizante de origen orgánico; en este proyecto de pasantía se trabajó en la estandarización de un proceso de compostaje en cumplimiento de parámetros técnicos como: la Relación carbono nitrógeno C/N, Temperatura, Humedad relativa, y se midieron variables Físicoquímicas, pruebas Microbiológicas y Test de Germinación para garantizar la trazabilidad del proceso, y la calidad del producto terminado. El compost elaborado incidió de manera positiva en la etapa de germinación y crecimiento radicular de las semillas de lechuga (*Lactuca sativa*), con incrementos en el Índice de Germinación (IG) por encima de 130, según los análisis microbiológicos el producto terminado cumple con lo estipulado en la resolución no. 068370 del 27 / 05 / 2020 emitida por el ICA y que establece los requisitos para el registro de productor, productor por contrato, envasador, importador y departamentos técnicos de ensayos de eficacia agronómica de Bioinsumos para uso agrícola; así como los requisitos para el registro de Bioinsumos para uso agrícola. Como aporte a la empresa para dar continuidad y facilitar este proceso de responsabilidad ambiental y generación extra de ingresos, se formuló el “**Manual de compostaje para la Granja Omega en el municipio de San Agustín, Huila**”

Palabras clave: Pollinaza, Compost Orgánico, Fertilizante

PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER COMPOSTED WITH LITTLE POULTRY IN THE POULTRY COMPANY "GRANJA OMEGA" IN THE MUNICIPALITY OF SAN AGUSTÍN HUILA

ABSTRACT

In the Huila department there are 147 registered poultry farms, of which 102 (69.4%) are chicken producers, and 45 (30.6%) are oriented to egg production. The municipalities with the largest number of farms are Palermo and Pitalito each with 26 (35.4% of the total); La Plata, with 22 (15%); Rivera, with 17 (11.6%), and Neiva with 10 (6.8%); The Omega poultry farm is one of these farms, and with the purpose of responsibly managing the manure it produces, its composting is proposed for later use in agricultural production as organic fertilizer; In this internship project, we worked on the standardization of a composting process in compliance with technical parameters such as: the C/N Carbon Nitrogen Ratio, Temperature, Relative Humidity, and Physicochemical variables, Microbiological tests and Germination Test were measured to guarantee the traceability of the process, and the quality of the finished product. The elaborated compost had a positive impact on the stage of germination and root growth of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds, with increases in the Germination Index (GI) above 130, according to microbiological analyzes, the finished product complies with what stipulated in resolution no. 068370 of 05/27/2020 issued by the ICA and which establishes the requirements for the registration of producer, contract producer, packer, importer and technical departments of trials of agronomic efficacy of Bio-inputs for agricultural use; as well as the requirements for the registration of Bio-inputs for agricultural use. As a contribution to the company to give continuity and facilitate this process of environmental responsibility and extra income generation “Composting manual for the Omega Farm in the municipality of San Agustín, Huila”.

Keywords: Chicken Manure, Organic Compost, Fertilizer.

INTRODUCCIÓN

El subsector avícola ha alcanzado una acreditación importante en la producción colombiana, aportando un porcentaje significativo al Producto Interno Bruto Agropecuario del 10,5%, constituyéndose en generador de empleo directo e indirecto con alrededor de 240.000 empleos (Daza, 2012). En el Huila, se considera que hay cerca de 2.036 empleos directos en la actividad avícola: administradores, operarios especializados (como veterinarios), y personal de apoyo en labores varias y en la logística de comercialización de los productos (Téllez Murcia, 2018).

de acuerdo con datos de (Téllez Murcia, 2018), en el Huila hay registradas 147 granjas avícolas, de las cuales 102 (69.4%) son de pollo, y las restantes 45 (30.6%) son de huevo. Los municipios con mayor número de granjas son Palermo y Pitalito cada uno con 26 (35.4% del total); La Plata, con 22 (15%); Rivera, con 17 (11.6%), y Neiva, con 10 (6.8%). Las granjas avícolas comerciales en el Huila están alrededor de tres ejes principales: el primero, que podría denominarse norte (Palermo, Teruel, Santa María y Rivera); el segundo, centro (La Plata, Paicol y Garzón), y el tercero, sur (Pitalito).

De acuerdo con (Rosas Martínez et al., 2021), el aumento de la producción en el sector avícola genera residuos que incluyen estiércol o pollinaza, aves muertas y residuos de la planta de incubación (cascarones, líquido viscoso, embriones no eclosionados, pollitos muertos). La pollinaza de aves es el residuo que se produce en volúmenes mayores, debido a la producción intensiva y al tiempo que dura el ciclo de vida de un pollo. Unas cinco a siete semanas, en las cuales se generan 1.55 kg de estiércol por ave, lo anterior se convierte en un problema grave por la acumulación y contaminación al ambiente. Por su contenido, la pollinaza emite a la atmósfera gases y olores, generados por la descomposición aeróbica y anaeróbica del material.

En este sentido, de acuerdo con (Pareja Estrada, 2005), dentro de los diferentes métodos de producción avícola, se debe contemplar un plan de manejo adecuado de los desechos orgánicos, para que, en lugar de generar contaminación ambiental, se conviertan en una fuente de ingresos, que permita a los productores avícolas contemplar la posibilidad de buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de la gallinaza.

Evidenciado el problema de contaminación generado a partir de los residuos de la producción intensiva del sector avícola, el manejo de la pollinaza por medio de diferentes métodos de compostaje para su utilización como un fertilizante efectivo cobra gran valor en el sector agrario, principalmente dentro de pequeños y medianos productores.

(Bermeo Aguilar, 2021) sostiene que el compost de pollinaza mejora la fertilidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos, a su vez, (Pulamarin Churuchumbi, 2022) fundamenta las ventajas de los residuales avícolas, específicamente de la pollinaza, con respecto a los fertilizantes comerciales, debido a que los primeros aportan cantidades importantes de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Materia Orgánica (MO), promueven la liberación lenta de los nutrientes al suelo y la MO, mejora la estructura del suelo, así como la capacidad de retención de agua y nutrientes.

En respuesta a la necesidad investigativa de aprovechar los residuos del sector avícola por medio del compost para su aprovechamiento en el sector agrícola, desde el año 1995 se concluyó en el trabajo titulado “Chemical, physico-chemical and microbiological examination of town refuse compost and chicken manure as organic fertilizers” (el Nadi et al., 1995), que el estiércol de pollo contiene más características inherentes que hacen que su aplicación al suelo sea más ventajosa que el compost de desechos urbanos. Por lo tanto, al ser de origen completamente orgánico, el estiércol de pollo tiene, como era de esperar, un mayor contenido de nutrientes. Además, tiene un mayor grado de capacidad de retención de agua y también es más fácil de manejar para un uso práctico. De igual forma, para el año 1999, se presentó los resultados de la investigación titulada “Trichoderma virens-Inoculated Composted Chicken Manure for Biological Weed Control” (Hutchinson, 1999), donde se demostró que el estiércol de pollo compostado (CCM, por sus siglas en inglés), apoyó el crecimiento de *T. virens* y la producción de viridiol a niveles capaces de controlar la aparición y el crecimiento de malas hierbas en ensayos de invernadero.

Para el año 2010, cenicafé realizó su trabajo titulado “respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almácigo” (Ávila Reyes et al., 2010), donde concluyo que los mayores incrementos en el peso seco de las plantas se registraron al mezclar el suelo con gallinaza o pollinaza en proporción 3:1 (25%), sin que hubiera un efecto de la aplicación de P.

Asimismo, para finales del año 2014, se publicó la investigación titulada “The use of composted poultry manure as an organic amendment: Effects on soil physicochemical properties and *Mentha Spicata* L. yield” (Aboutayeb, 2014), donde se pudo demostrar que la aplicación de compost de gallinaza mejora varias propiedades del suelo. Indujo un aumento significativo en el contenido de materia orgánica del suelo, nitrógeno total, nitratos (NO₃-), fósforo y potasio según la cantidad aplicada. Se registró un aumento en la conductividad eléctrica. Pasó de 0,35 a 0,6 dS/m. Este aumento se debe a la acumulación de sales en la superficie del suelo después de la aplicación. Además, se registró una ligera acidificación después de la aplicación del compost.

Para el año 2019, se presentó el trabajo titulado “The application of fresh and composted horse and chicken manure affects soil quality, microbial composition and antibiotic resistance” (Urra et al., 2019), donde se determinó que, en particular, el estiércol de pollo fresco produjo el mayor rendimiento de cultivo de lechuga, pero también aumentó considerablemente la abundancia de ARG. Sin embargo, sugirieron que las enmiendas derivadas del estiércol sean tratadas y manejadas adecuadamente antes de su aplicación al suelo agrícola.

Durante la pasantía se logró Implementar un método estandarizado de compostaje para la transformación de pollinaza en abono orgánico estabilizado para cultivos agrícolas, en la empresa avícola “granja omega” en el municipio de San Agustín - Huila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio

La pasantía se desarrolló en la empresa avícola “Granja Omega” ubicada a 8 km del centro poblado del municipio de San Agustín, ubicado en el sur del Departamento del Huila, con coordenadas geográficas 1°52'2.45" latitud norte y 76°16'15.72" latitud oeste, a una altura de 1.640 metros sobre el nivel del mar.

Cálculo del balance de la relación carbono-nitrógeno para la elaboración del compostaje

La relación C/N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar, ver anexo 2. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1 (Roman et al., 2013).

CALCULO DE LA CANTIDAD DE POLLINAZA PRODUCIDA POR METRO CUADRADO.

Para la cuantificación de pollinaza por unidad de área, se tomó el galpón número 1 de la granja avícola, ver anexo 3, con dimensiones de 5 metros de ancho y 22 metros de largo. De acuerdo con los datos de la empresa avícola, el galpón tiene una capacidad de producción de 875 pollos en un ciclo completo (47 días). De acuerdo con (Roman et al., 2013), la cantidad de estiércol producido por un pollo destinado a la producción de carne en un ciclo completo de 47 días es de 0.08 kg. De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa avícola, la cantidad de cascarilla de arroz usada como sustrato aplicado al galpón es de 17 pacas con un peso de 50 kg cada una.

$$Pt = (N^{\circ}_{pollos} * E_{TC} * t_{1\ ciclo}) + S_T \quad (1)$$

Donde: Pt = pollinaza total producida en el galpón (kg); N°_{pollos} = número de pollos totales contenidos en el galpón; E_{TC} = estiércol total producido por un pollo durante un ciclo (kg/día); $t_{1\ ciclo}$ = número de días contenidos en un ciclo (días); S_T = sustrato total utilizado en el galpón (kg).

$$Pt_{m^2} = \frac{Pt}{Area_t} \quad (2)$$

Donde: Pt_{m^2} = pollinaza total producida en un metro cuadrado del galpón (kg/m²); Pt = pollinaza total producida en el galpón (kg); $Area_t$ = área total del galpón.

BALANCE CARBONO – NITROGENO TEORICO

Para determinar las cantidades de cada material que se incorporaron en el sistema de compostaje, se tuvo como referencia los valores de pollinaza mezclados con la cascarilla de arroz extraídos del m² del galpón, (29,9 kg) y (7,72 kg) respectivamente, teniendo las cantidades en kg tanto de pollinaza como de cascarilla de arroz, se seleccionaron los

materiales necesarios para lograr una relación carbono - nitrógeno idónea, los materiales y cantidades de la relación carbono nitrógeno se eligieron del trabajo realizado por FAO en su trabajo “MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR” (Roman et al., 2013), ver anexo 2. En la tabla 1 se muestran valores de Relación carbono nitrógeno de interés para la ejecución del proyecto de pasantía.

TABLA 1. balance de carbono-nitrógeno en el sistema de compostaje.

MATERIALES	CANTIDAD (kg)	PARTICIPACIÓN (%)	RELACIÓN (C/N)	PRODUCTO ENTRE PART (%) * REL (C/N)
Pollinaza	29,9	0,54621849	7	3,82
Cascarilla de arroz	7,72	0,14103033	66	9,31
bagazo de caña	4,07	0,07435148	104	7,73
hierba recién cortada	5,72	0,10449397	43	4,49
Aserrín	0,4	0,00730727	638	4,66
Cereza de café	6,93	0,12659847	29	3,67
TOTAL	54,74	1		33,69

Elaboración de composteras

Para la elaboración de las composteras se adecuó un espacio en la zona norte-oriente de la granja avícola Omega, con una adecuación locativa ideal para la elaboración de compost.

Se armó una compostera con medidas de 2.40 m de largo y 2.0 m de ancho, y se utilizó guadua (*Guadua angustifolia*) como material de adecuación del espacio, y 3 subdivisiones para ejecutar el proceso por triplicado, para su posterior análisis estadístico, ver anexo 1.

Formación de las 3 muestras de compost a evaluar

RECOLECCION DE MATERIA PRIMA Y MATERIALES AUXILIARES

Para cada una de las 3 pilas se usó 29,9 Kg de pollinaza con 15 días de descomposición desde la salida de los animales del galpón, y 7,2 Kg de cascarilla de arroz. Materia prima que se tomó del galpón número 1 de la granja avícola. La mezcla de pollinaza y cascarilla de arroz fue transportada mediante tulas y carretilla desde el galpón número 1 hasta las composteras.

Luego de la disposición de la materia prima (pollinaza y cascarilla de arroz), se procedió a la recolección y homogenización para cada una de las 3 muestras los materiales auxiliares, el bagazo de caña (4,07 kg) fue recolectado y transportado desde la zona de molienda existente en la granja avícola hasta la zona de máquinas, la hierba recién cortada (5,72 kg), se obtuvo

de la finca la esmeralda y fue transportada de igual forma hasta la zona de máquinas de la granja avícola, la cereza de café (6,93 kg) fue obtenida de la finca Bella Vista, ubicada en zona aledaña a la empresa avícola, esta fue transportada mediante tulas desde la finca hasta la compostera, finalmente, el aserrín fue obtenido de la empresa El Roble, ubicada en la zona urbana del municipio de San Agustín, para luego ser transportado mediante tulas hasta las composteras.

Dispuestos los materiales (cereza de café y aserrín), se picó la hierba recién cortada y el bagazo de caña en la picadora industrial existente en el cuarto de máquinas de la granja avícola, para dar una mejor homogenización a todos los materiales pertenecientes al compost a formar.

ELABORACIÓN DE LAS 3 PILAS DE COMPOST

Para la elaboración de las 3 pilas de compost se utilizó el método de pila avícola, descrito en *la guía técnica para el manejo de residuos orgánicos en La Macarena Meta* (Ramos et al., 2021), el cual consiste en mezclar todos los componentes descritos en la tabla 1 hasta obtener una mezcla homogénea para luego formar una pila en forma de cono con un diámetro aproximado de 1 m y una altura aproximada de 0.65 m, además de la adición de agua, con el objeto de agregar humedad suficiente a la pila, ver anexo 2.

Así mismo, para poder dar una consistencia y una humedad idónea a las 3 muestras de compost, se realizó la aplicación de agua (20 lt/pila de compost) aproximadamente, mediante aspersión con una bomba de espalda; la consistencia y humedad se determinó mediante el método de puño, presente en la revisión bibliográfica. La aplicación de agua fue solo de una repetición durante el primer día de elaboración del compost.

Seguimiento del proceso de compostaje

Luego de la formación de las 3 pilas de compost, se procedió a dar seguimiento al comportamiento de las variables físicas (temperatura y humedad) y químicas (Ph), además, se realizó la oxigenación de cada una de las pilas de compost mediante el método de volteo con una periodicidad diaria durante los primeros 10 días, a partir del día 10 se realizó el proceso de volteo cada 3 días hasta el día 30, a partir del día 35 se realizó el proceso de volteo junto con la aplicación de 1 lb de melaza (miel de caña) en cada pila cada 7 días hasta el día 58, ver anexo 3.

La finalización del proceso de compostaje a los 58 días se da a partir de los puntos de maduración y las clases de estabilización de la temperatura propuestos Briton et al, 1997 e implementados por (Dios Pérez, 2009), en ambos estudios se sostiene que la estabilización de la materia orgánica puede cuantificarse de acuerdo con el incremento de la temperatura que se produce en el material. Las clases I y II son las que identifican a un compost maduro, mientras que las clases de III y IV de estabilidad están relacionadas con compost todavía inacabados o activos.

TABLA 2. Niveles de estabilidad propuestos por Brinton et al., 1995.

Incremento de temperatura	Clase de Estabilidad	Descripción del grupo	Grupo mayoritario
0-10°C	I	Muy estable, bien madurado	Compost Acabado
10-20°C	II	Moderadamente estable, maduro	
20-30°C	III	Material en descomposición, Compost Activo	Compost Activo
30-40°C	IV	Compost Inmaduro o muy activo	
> 40°C	V	Compost fresco	Compost Fresco

Medición de variables físico-químicas

TEMPERATURA

La medición de la temperatura se realizó en cada una de las 3 pilas con un termohigrómetro digital marca HTC-2, el equipo cuenta con un integrado de 2 termómetros que permite la medición de la temperatura interna y externa de la pila (temperatura ambiente), para la medición de la temperatura interna se hizo necesario introducir un acople en tipo sonda a una profundidad de 0.35 m aproximadamente. El registro de esta variable se hizo de forma diaria durante todos los 58 días que duró el proceso de compostaje.

HUMEDAD RELATIVA

De acuerdo con (Castillo et al., 2018), la humedad es una variable de gran importancia dentro del proceso de compostaje debido a que el agua es requerida para las funciones metabólicas de los microorganismos, que son quienes realizan los procesos de degradación de los residuos orgánicos.

La medición del porcentaje de humedad relativa se realizó en cada una de las 3 pilas mediante la utilización de un termohigrómetro digital marca HTC-2, el equipo cuenta con un integrado de 1 higrómetro que permite la medición del porcentaje de humedad en la zona interna del compost, para la medición del porcentaje de humedad interna se hizo necesario introducir un acople en tipo sonda a una profundidad de 0.35 m aproximadamente. El registro de esta variable se hizo de forma diaria durante todos los 58 días que duró el proceso de compostaje.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (Ph)

El instrumento que se utilizó para medir el potencial de hidrogeno fue un pHmetro digital, con intervalos de 0,0 a 14 pH. La medición del pH de cada una de las tres composteras se

midio en relación 3:1 en una dilución de agua destilada (50 mL) y el material a compostar (10 g), ver anexo 4.

De acuerdo a (Sánchez et al., 2001), la evolución del pH en el compostaje presenta tres fases. Durante la fase mesófila inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más lábil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Este descenso inicial de pH puede ser muy pronunciado si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidad de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas y, en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón.

Verificación de la calidad del producto

PRUEBA MICROBIOLÓGICA DE LABORATORIO

En la realización de las pruebas, se tomaron 3 muestras de compost de 1 Kg cada una de las 3 composteras el día 58 del proceso de compostaje para su análisis, para luego ser transportadas en bolsas hermética individuales hasta el Laboratorio Ambiental “Ambilab”, donde se le realizaron las pruebas pertinentes,

El laboratorio Ambiental “Ambilab” ubicado en el municipio de Pitalito, procedió a realizar las pruebas microbiológicas de Bacterias Mesófilas Aerobias, *Pseudomonas* sp, Levaduras, *Trichoderma* sp, *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp, *Mucor* sp, *Fusarium* sp, *Cylindrocarpus* sp y *Pythium* sp, bajo los métodos LBC 197 de la empresa, ver anexos 5, 6 y 7.

TEST DE GERMINACIÓN

En la evaluación del test de germinación se siguieron los lineamientos propuestos en la metodología de (A. M. Hernández, 2017), se determinó el efecto resultante del compost sobre la germinación de semillas de Lechuga (*Lactuca sativa*). Se tomaron 100 gramos de muestra de cada una de las tres composteras el día 58, cada muestra fue pesada en una balanza de precisión y se prepararon los extractos en una proporción de 1:5 (10 gr de cada una de las muestras: 50mL de agua destilada), luego se procedió a filtrar los extractos individualmente en un material filtrante formado por corteza celular de árbol y se adicionó 10mL del material filtrado en una caja Petri, en cada una de las tres cajas se adicionaron 10 semillas sobre papel filtro, sumado a lo anterior, se realizó una muestra testigo, esta se realizó en una caja Petri con 10mL de agua destilada y 10 semillas de la misma clase de planta sobre papel filtro para completar el test de germinación, como se muestra en el anexo 8.

Luego de realizados los montajes de las cuatro muestras, se llevaron a un cuarto a temperatura ambiente de aproximadamente 22°C a 25°C durante 5 días. Terminados los 5 días de germinación, se realizaron los cálculos matemáticos de índice de germinación (IG), el cual relaciona el porcentaje de germinación relativo (PGR) y el crecimiento de radícula relativo (CRR), con el fin de evaluar el grado de fitotoxicidad de cada compostera.

CÁLCULO DE CRECIMIENTO RELATIVO DE LA RADÍCULA

$$CRR = \frac{ERE}{ERT} \times 100 \quad (3)$$

Donde: CRR= crecimiento relativo de la radícula (%); ERE= elongación de radículas en el extracto (cm); ERT= elongación de radículas en el testigo (cm); 100= factor de conversión de cm a porcentaje (%)

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN RELATIVA

$$PGR = \frac{N^{\circ} \text{ Semillas germinadas en el extracto}}{N^{\circ} \text{ Semillas germinadas en el testigo}} \times 100 \quad (4)$$

Donde: PGR= porcentaje de germinación relativa (%); SGE= n° semillas germinadas en el extracto (unidad); SGT= n° semillas germinadas en el testigo (unidad); 100= factor de conversión de unidad a porcentaje (%)

ÍNDICE DE GEMINACIÓN

$$IG = \frac{PGR \times CRR}{100} \quad (5)$$

Donde: IG= índice de geminación; PGR= porcentaje de germinación relativa (%); CRR= crecimiento relativo de la radícula (%)

Según la metodología de (Á. Hernández, 2017), los resultados con valores del IG inferiores al 50% indican una alta fitotoxicidad del material; IG entre 50% y 80% indican fitotoxicidad moderada, mientras que cuando los valores son superiores al 80% se considera que el material no presenta fitotoxicidad. Cuando el IG supere el valor el 100%, el compost se considera como fitonutriente o fitoestimulante.

Manual de compostaje para la Granja Omega

A partir de la necesidad evaluada en la Granja Omega para el manejo de los desechos orgánicos se diseñó en el programa Word un manual donde se evidenciará el paso a paso de la elaboración de compost para su uso como fertilizante agrícola, con el objeto de disminuir la contaminación por la aplicación directa de la pollinaza fresca a los suelos o cultivos, ver anexo 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguimiento de variables Físico-Químicas

TEMPERATURA

En la figura 2, se presenta el comportamiento de la temperatura en cada una de las tres subcomposteras evaluadas desde el día 1 hasta el día 58. En el eje X se expresa la serie de tiempo comprendida durante la investigación en unidades días, mientras que en el eje Y se presentan los valores resultantes de la temperatura expresada en °C en cada una de las 3 muestras; de igual forma, en la grilla se presenta una diferenciación de color que indica las fases biológicas del proceso de compostaje (fase mesófila, fase termófila y fase de maduración) y por último el comportamiento de las variables en función del tiempo de la muestra uno, muestra dos y muestra tres, se representan mediante líneas de color azul, negro y rojo, respectivamente.

Cada muestra presentó un aumento progresivo en la temperatura desde el día uno hasta el día 14, para el caso de la muestra uno, se observa que alcanzó las temperaturas máximas (70.5 °C) respecto a las otras dos muestras (70.2 °C para la muestra 2 y 70.1 °C para la muestra tres) los días 8, 7 y 7, respectivamente, posteriormente se presentó un rápido descenso a partir del día 9 hasta el día 42, a partir del día 42 se comenzó una serie de tiempo en donde las temperaturas iniciaron su proceso de estabilización, presentando una diferencia en la temperatura evaluada en el día actual menor a los 2 °C respecto al día inmediatamente anterior, hasta llegar al día 58 en donde la variabilidad de la temperatura fue menor a los 0.5 °C respecto a los días anteriores en cada una de las tres muestras, de igual forma, en este día se alcanzó una estabilización entre la temperatura interna y la temperatura ambiental (20 °C aproximadamente), por lo que se consideró que el proceso de compostaje había finalizado.

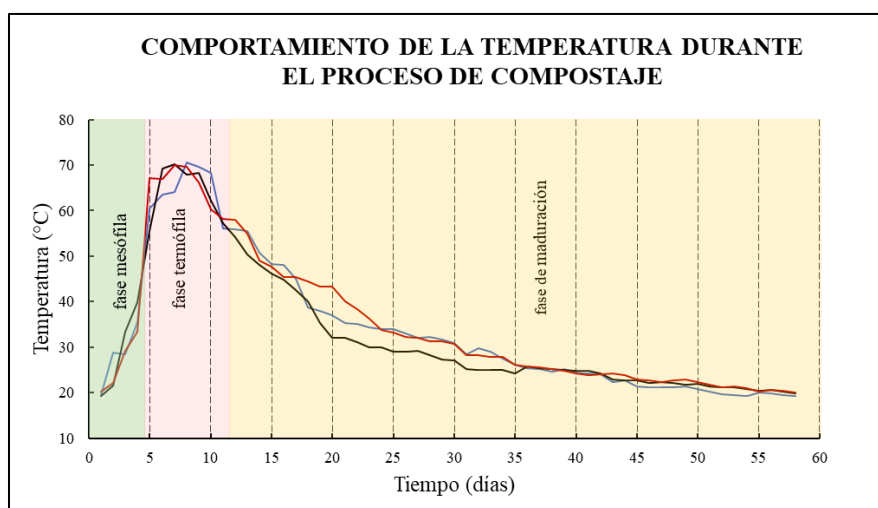


FIGURA 1. comportamiento de la temperatura en cada una de las tres muestras durante el proceso de compostaje.

HUMEDAD RELATIVA

En la figura 3, se presenta el comportamiento de la humedad relativa en cada una de las tres subcomposteras evaluadas desde el día 1 hasta el día 58. En el eje X se expresa la serie de tiempo comprendida durante la investigación en unidades días, mientras que en el eje Y se presentan los valores resultantes de humedad relativa expresada en porcentaje en cada una de las 3 muestras; de igual forma, en la grilla se presenta una diferenciación de color que indica las fases biológicas del proceso de compostaje (fase mesófila, fase termófila y fase de maduración) y por último el comportamiento de las variables en función del tiempo de la muestra uno, muestra dos y muestra tres, se representan mediante líneas de color azul, negro y rojo, respectivamente.

Las tres muestras presentaron valores iniciales altos, para el caso de la muestra uno, se registró un valor de 89%, la muestra dos registró un 87% y la muestra tres registró un 85% a partir del segundo día de seguimiento se presentaron descensos acelerados en cada una de las tres muestras hasta el día 15. A partir del día 16, durante la etapa de maduración la variación en la media de descenso en la humedad de cada una de las tres muestras fue inferior al 0.5%, de igual forma, se puede observar que la humedad registrada durante la etapa final del proceso en cada una de las tres muestras durante los días 56 y 58, se mantuvo en un rango entre 55% a 65%, se presume que estas altas condiciones en el porcentaje de humedad pudieron derivarse a causa de las características climatológicas.

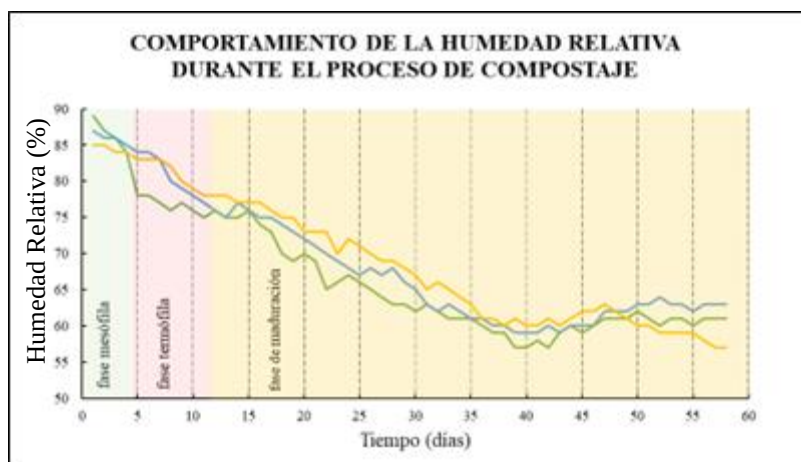


FIGURA 2. comportamiento de la humedad relativa en cada una de las tres muestras durante el proceso de compostaje.

pH

En la figura 4, se presenta el comportamiento del potencial de hidrogeno (pH) en cada una de las tres subcomposteras evaluadas desde el día 1 hasta el día 58. En el eje X se expresa la serie de tiempo comprendida durante la investigación en unidades días, mientras que en el eje Y se presentan los valores resultantes del pH en cada una de las 3 muestras; de igual forma, en la grilla se presenta una diferenciación de color que indica las fases biológicas del proceso de compostaje (fase mesófila, fase termófila y fase de maduración) y por último el comportamiento de las variables en función del tiempo de la muestra uno, muestra dos y muestra tres, se representan mediante líneas de color azul, negro y rojo, respectivamente.

El comportamiento en cada una de las tres muestras tuvo un descenso durante los primeros 15 días del proceso de compostaje, entre el día 15 y el día 20 hubo una ligera estabilización para luego comenzar un aumento en los valores observados, a partir del día 20 hasta el día 40 la muestra tres presento un aumento mucho más constante que las otras dos muestras, ya que, la muestra dos tuvo periodos de estabilización entre los días 25 y 30 y los días 35 y 40, mientras que la muestra uno presento estabilización en los valores durante los días 30 y 40 y los días 45 y 50, durante los últimos tres días, la muestra uno, dos y tres presentaron una estabilización completa en los valores registrados, 8.8, 8.7 y 8.7, respectivamente.

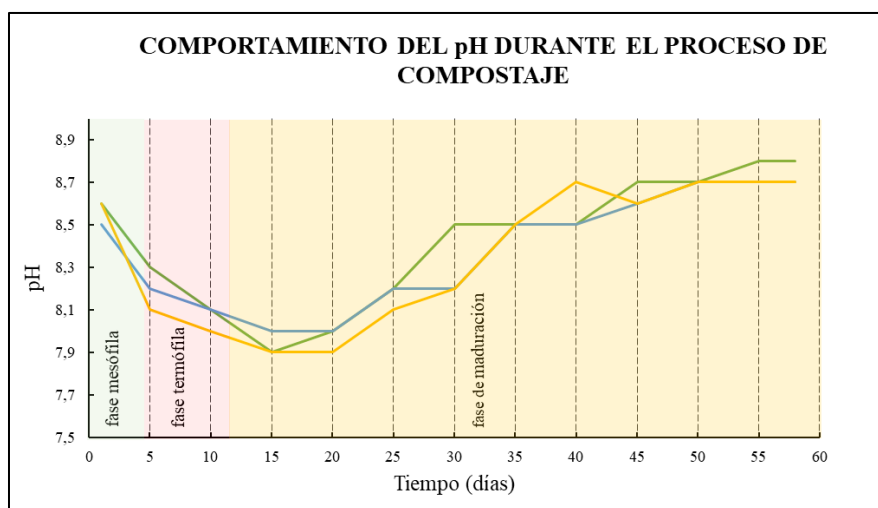


FIGURA 3. comportamiento del pH en cada una de las tres muestras durante el proceso de compostaje.

Verificación de la calidad del producto

PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DE LABORATORIO

BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS: En la figura 5, se presenta la cantidad de UFC presentes en cada una de las muestras de compost analizadas, se puede encontrar que estas bacterias de corte benéfico se encuentran en una cantidad más alta en la muestra 1 que la muestra 2 y 3, sin embargo, la cantidad de UFC encontradas en las muestras indican una gran presencia de estas bacterias en el compost, este es un índice de gran actividad biológica en el proceso (Laich, 2011), además, podría significar una participación alta en el aporte de individuos benéficos para un uso agrícola.

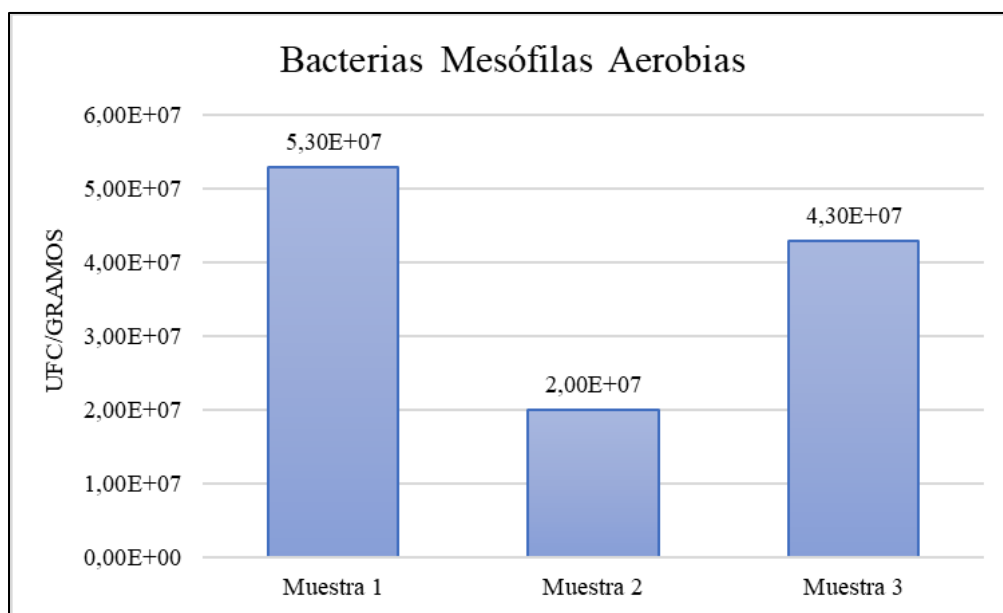


FIGURA 4. cantidad de unidades formadoras de colonia de bacterias mesofilas aerobias.

PSEUDOMONAS SP: en la figura 6, se presenta la cantidad de Unidades Formadoras de Colonia de *Pseudomonas Sp* por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se observa que la muestra 2 presenta la cantidad mas baja examinada respecto a las otras 2 muestras, mientras que la muestra 3 se presenta como la que mayor Unidades contiene, este género es constituido por algunas especies de bacterias asociadas a procesos de biocontrol de patógenos de plantas y a procesos de estimulación del desarrollo radicular. De acuerdo con (Laich, 2011), la utilización de un compost maduro con una alta población de *Pseudomonas*, podría actuar como un “estimulador” del desarrollo de las raíces y un “protector” frente a diferentes fitopatógenos.

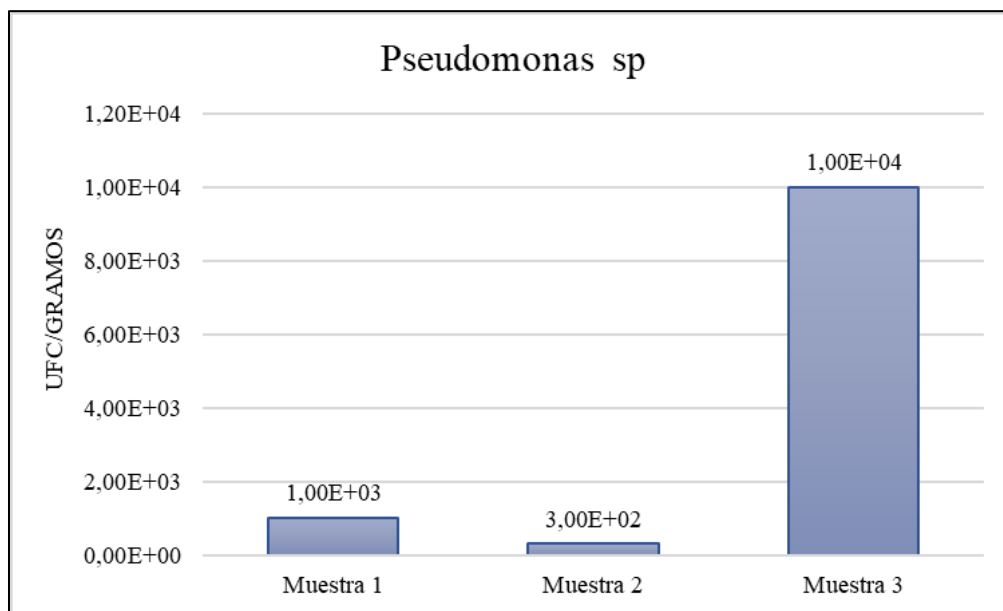


FIGURA 5. cantidad de unidades formadoras de colonia de Pseudomonas Sp.

LEVADURAS: en la figura 7, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de levaduras por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se observa que en comparación con la cantidad de bacterias mesofilas aerobias y *Pseudomonas* Sp (ver figuras 5 y 6), la muestra 3 presentó la medición más baja respecto a la muestra 1 y la muestra 2, esta última fue la muestra con más alto valor de levaduras encontrada, estas levaduras del suelo de acuerdo con (Mestre, 2016), forman parte de la comunidad de microorganismos descomponedores y juegan un papel importante en la agregación del suelo y los ciclos de los nutrientes. Algunas especies de levaduras pueden promover el crecimiento vegetal y/o favorecer la micorrización por parte de hongos micorrícicos arbusculares y ectomicorizas.

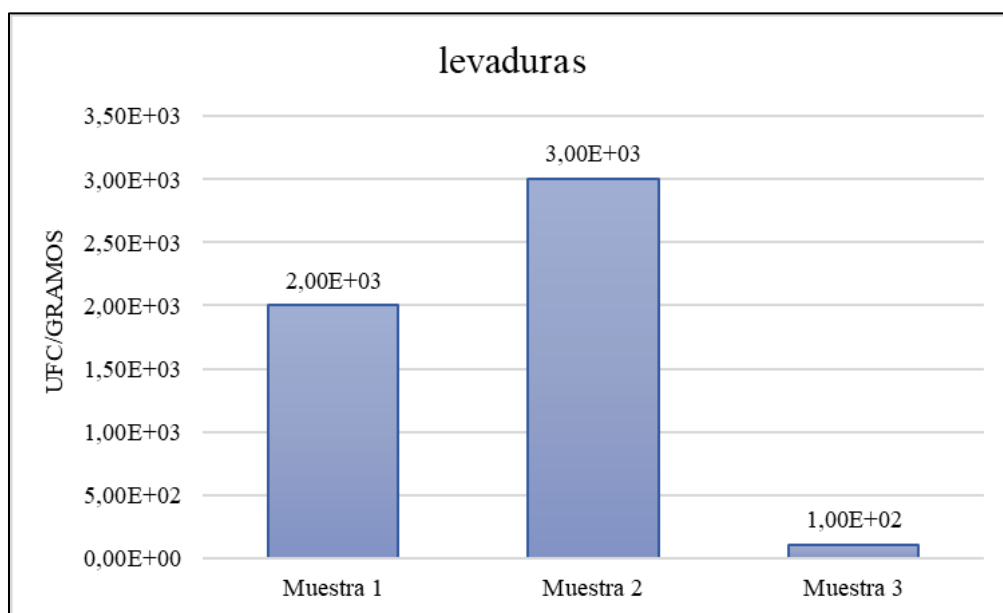


FIGURA 6. cantidad de unidades formadoras de colonia de levaduras.

TRICHODERMA SP: de acuerdo con la literatura las *Trichoderma* sp., unos hongos muy contrastados por su alta capacidad supresiva ante patógenos, sin embargo, en las muestras analizadas de los 3 compost no se encontraron individuos de esta categoría.

PENICILLIUM SP: en la figura 8, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos *Penicillium* Sp por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se puede observar que el comportamiento de las unidades tanto como en la muestra 1 como en la muestra 2 son iguales, sin embargo la muestra 3 presenta valores más bajos con una medida de $8,00 \times 10^3$ UFC, de igual forma, se puede analizar que la cantidad de unidades en todas las muestras es significativamente alta, dato importante ya que de acuerdo con (Flores & Veana, 2014), dentro de los microorganismos solubilizadores de fosfato, los hongos del género *Penicillium* han demostrado ser eficientes en este proceso mediante la producción de ácidos orgánicos, disminución del pH de suelos, quelación de iones metálicos y producción de enzimas.

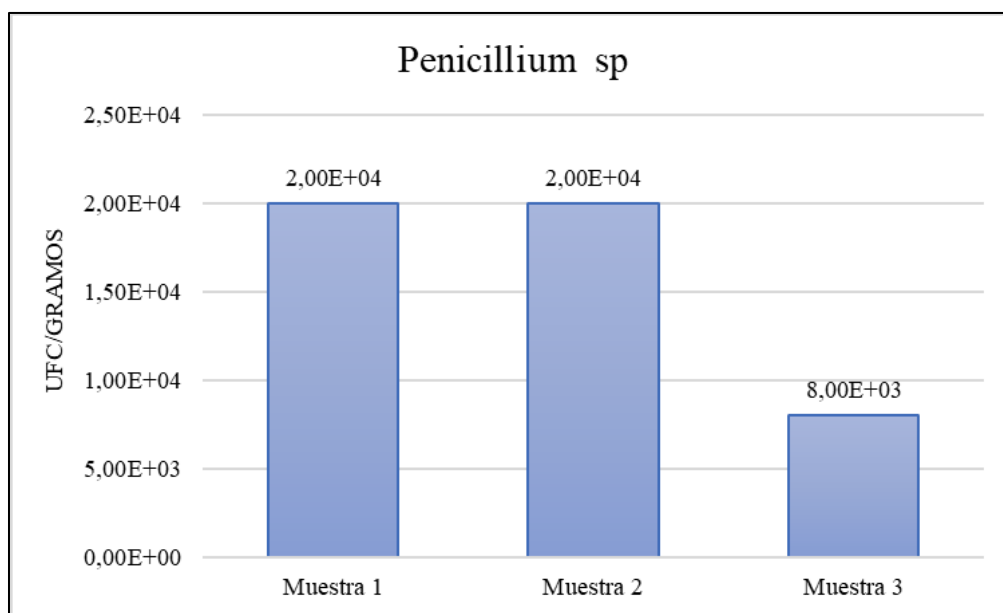


FIGURA 7. cantidad de unidades formadoras de colonia de *penicillium sp*.

ASPERGILLUS SP: en la figura 9, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos *Aspergillus Sp* por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se puede observar que las muestras dos y tres presentaron valores mas bajos que la muestra uno, la cual obtuvo un total de 1.00 E+04 UFC del hongo, sin embargo, estos valores en las tres muestras siguen siendo bajas, de acuerdo con (Martínez Padrón et al., 2013), este género es uno de los más abundantes en la naturaleza y puede encontrarse en cualquier ambiente, de acuerdo con la literatura el *Aspergillus* es uno de los principales hongos productores de micotoxinas y de acuerdo (Martínez Padrón et al., 2013) con que desempeñan un papel esencial en la degradación de la materia orgánica.

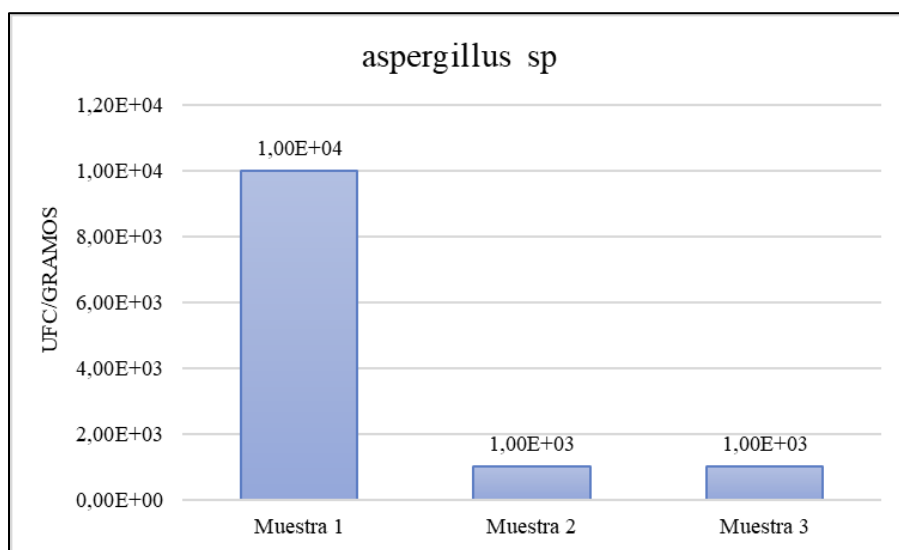


FIGURA 8. cantidad de unidades formadoras de colonia de *aspergillus sp*.

MUCOR SP: en la figura 10, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos Mucor Sp por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se puede observar que el comportamiento de las unidades en las tres muestras es la misma, con una cantidad medida de $1,00 \text{ E}+3$, mostrando así una baja cantidad de estos organismos en el compostaje, de acuerdo con (Cruz et al., 2007), los mucorales son principalmente hongos saprofíticos que habitan suelo y en plantas en descomposición los cuales ocasionan pudrición blanda de frutas como pera, manzana y durazno, y hortalizas como el tomate, son de rápida propagación y se han reportado ampliamente en zonas con climas tropicales y subtropicales.

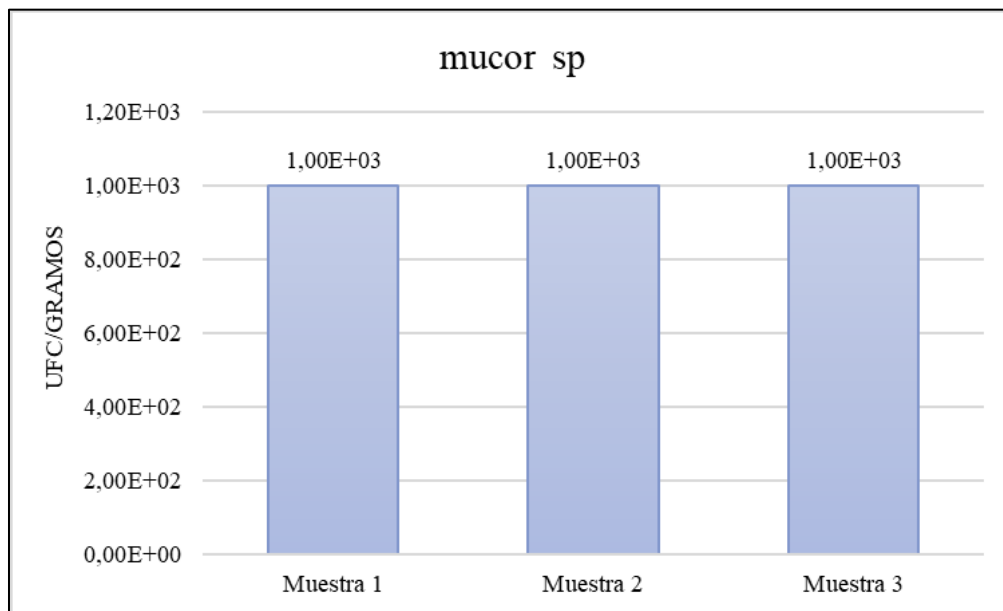


FIGURA 9. cantidad de unidades formadoras de colonia de mucor sp.

FUSARIUM SP: en la figura 11, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos Fusarium Sp por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se puede analizar que la presencia de este hongo es muy baja en las tres muestras, presentando principalmente 0 unidades en la muestra uno, la casi inexistencia de este hongo en el compost se traduce en un beneficio ya que de acuerdo con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) el hongo ataca la planta y una vez se introduce en su sistema vascular se desencadena un colapso en el mecanismo de transporte de agua y nutrientes, afectando la fotosíntesis, que es la vida misma de la planta. El hongo mata las plantas que son infectadas y a la fecha no existe un control químico, biológico o genético para contrarrestar su acción patogénica.

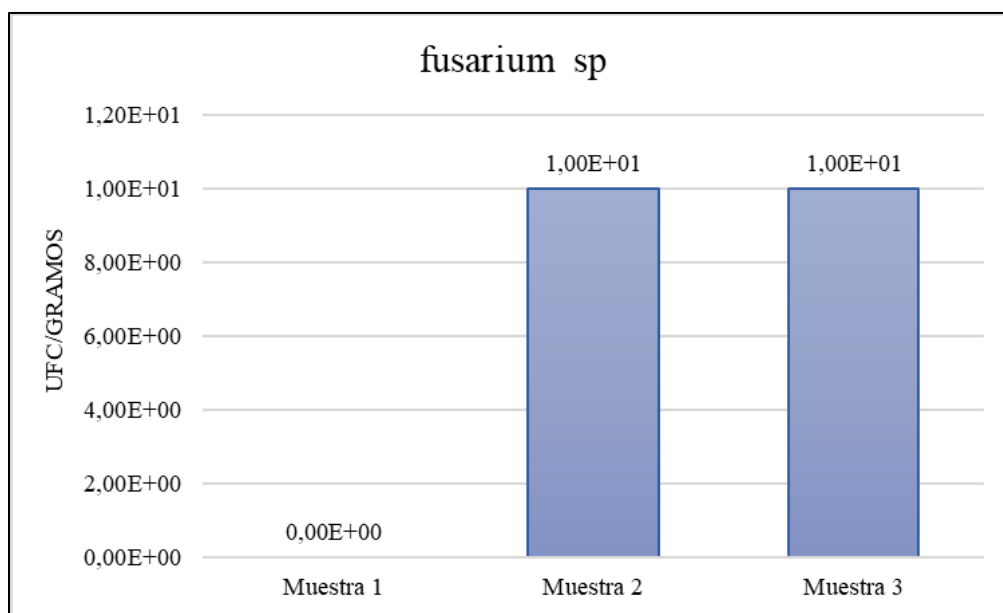
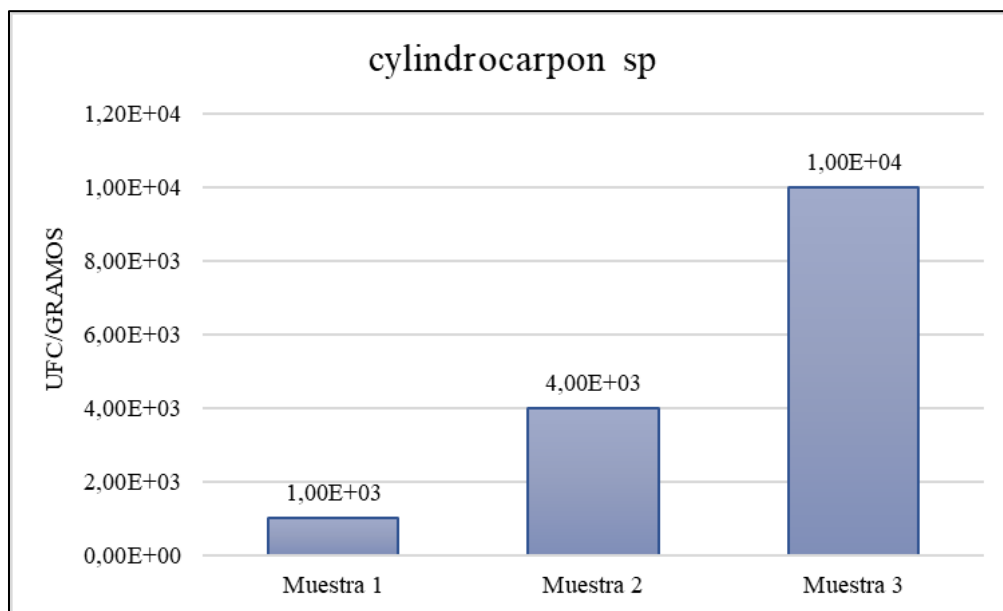


FIGURA 10. cantidad de unidades formadoras de colonia de *fusarium sp*

CYLINDROCARPON SP: en la figura 11, se presentan la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos *Cylindrocarpon Sp* por cada Gramo de las tres muestras evaluadas en el laboratorio. Se puede observar que la muestra uno presentó la cantidad de unidades más bajas de las tres muestras evaluadas con un total de 1,00 E+03, mientras que las muestras dos y tres presentaron un aumento significativo en las cantidades de unidades halladas, con valores de 4,00 E+03 y 1,00E+4 respectivamente. De acuerdo con varios autores, la presencia de este hongo en grandes cantidades puede provocar síntomas aéreos de pudrición de hojas adultas y necrosis en el bulbo de las plantas que tengan contacto con él.



PYTHIUM SP: de acuerdo con la literatura, muchas especies de Pythium, junto con sus parientes cercanos, Phytophthora, son patógenos de plantas de importancia económica en la agricultura, según (Pérez, 2017), la existencia de Pythium ocasiona la podredumbre común de las raíces de las plantas. Esta es una enfermedad muy común en el campo y los invernaderos, donde el organismo mata a las plantas en los semilleros recién plantados. Esta enfermedad por lo general implica relaciones complejas con otros hongos como Phytophthora y Rhizoctonia; sin embargo, en las muestras analizadas de los 3 compost no se encontraron individuos de esta categoría.

A nivel general, se puede analizar que los parámetros microbiológicos analizados en cuanto a la cantidad de microorganismos patógenos están dentro de los rangos descritos por las diferentes normatividades del ICA como la **RESOLUCIÓN No. 068370** del 2020 (Instituto Colombiano Agropecuario, 2020) y la **RESOLUCIÓN No. 000187** del 2006 (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2006), así mismo, se puede observar que hay presencia en buenas cantidades de microorganismos benéficos los cuales aportan en los diferentes procesos de mejoramiento de suelos.

Test de Germinación

En la figura 12 se presentan los resultados del test de germinación realizado a las tres muestras de compost en comparación con la muestra testigo. En el eje Y contiene las medidas de longitud registrada en cada una de las 40 semillas a evaluar, mientras que en el eje X se presenta el rotulado de las semillas germinadas y evaluadas.

Se puede analizar que, en cuanto al número de semillas germinadas, la muestra testigo y la muestra uno, tuvieron un total de 8/10 semillas germinadas, mientras que la muestra dos presentó el índice más alto con un total de 9/10, además, se puede observar que la muestra tres fue quien tuvo el menor número de semillas germinadas con un total de 7/10.

En cuanto a la longitud registrada en cada una de las muestras germinadas, ver anexos 9, 10 y 11, se puede observar que la muestra uno presentó las mayores longitudes, con una media de crecimiento de 4.9 cm, seguido por la muestra dos y tres, con medias de crecimientos de 4.7 cm y 3.9 cm, mientras que la muestra testigo registro las medias de crecimiento más baja de las cuatro muestras analizadas, con una media de longitud de 2.3 cm, ver tabla 3.

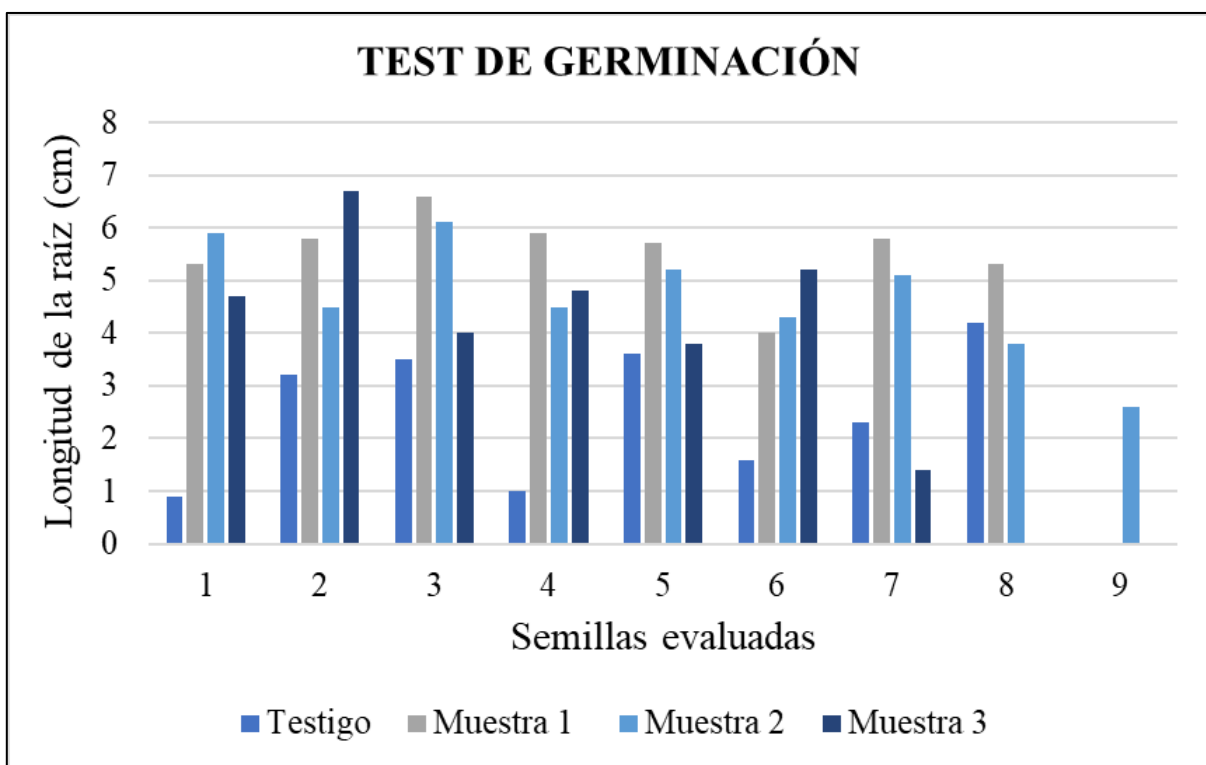


FIGURA 11. muestreo del crecimiento final de las raíces.

En la tabla 3, se presentan los resultados del test de germinación realizado con el fin de evaluar la efectividad del compost generado en esta investigación, se pueden observar el número de semillas germinadas en cada una de las muestras evaluadas, de igual forma, se puede observar la longitud radicular registrada en cada una de las semillas germinadas, además, se presenta la longitud media radicular para cada una de las cuatro muestras, crecimiento relativo de la radícula (CRR) medido en porcentaje, el porcentaje de germinación relativa (PGR) medido en porcentaje y el índice de germinación (IG).

A partir de los resultados obtenidos se puede analizar que las tres muestras de compost evaluadas tuvieron un mejor comportamiento en cuanto al CRR, la muestra uno presentó una mejoría del 218.7%, mientras que la muestra dos y tres tuvieron una mejoría del 206.9% y el 150.7% en comparación con la muestra testigo; en cuanto al PGR, las muestras dos obtuvieron una mejoría en el número de semillas germinadas del 112.5% mientras que la muestra uno se mantuvo en un 100% en comparación con el testigo, sin embargo, la muestra tres presentó una disminución en su efectividad, teniendo como resultado un 87.5% de germinación. Por último, se puede observar que los índices de germinación en las tres muestras de compost volvieron a presentar una mejoría del 218.7, 232.8 y 131.9, para las muestras uno, dos y tres, respectivamente en comparación con la muestra testigo.

Los anteriores resultados, muestran que el compost si incide de manera positiva en la etapa de germinación y crecimiento radicular de las semillas de lechuga (*Lactuca sativa*), mostrando incrementos en el Índice de Germinación (IG) por encima de 130.

TABLA 3. muestreo del crecimiento final de las raíces.

TEST DE GERMINACIÓN				
Semillas germinadas	Testigo (cm)	Muestra 1 (cm)	Muestra 2 (cm)	Muestra 3(cm)
1	0,9	5,3	5,9	4,7
2	3,2	5,8	4,5	6,7
3	3,5	6,6	6,1	4
4	1	5,9	4,5	4,8
5	3,6	5,7	5,2	3,8
6	1,6	4	4,3	5,2
7	2,3	5,8	5,1	1,4
8	4,2	5,3	3,8	0
9	0	0	2,6	0
LONGITUD PROMEDIO (cm)	2,3	4,9	4,7	3,4
CRR		218,7	206,9	150,7
PGR		100	112,5	87,5
IG		218,7	232,8	131,9

DESCRIPCIÓN: crecimiento relativo de la radícula (CRR) medido en porcentaje, el porcentaje de germinación relativa (PGR) medido en porcentaje y el índice de geminación (IG).

Manual de compostaje para la Granja Omega

Se elaboró un Manual de compostaje para la Granja Omega en el municipio de San Agustín, Huila, dirigido al personal encargado de manipular los desechos orgánicos de la empresa, fue diseñado desde la investigación planteada en la presente metodología del trabajo escrito y también en apoyo de una extensiva revisión bibliográfica de trabajos escritos por otras investigaciones referentes a la producción de compost a base de cama de pollinaza, con el fin de aportar conocimiento al sector para mejorar los procesos que lleve a la empresa a una sostenibilidad económica, ambiental y social.

CONCLUSIONES

- Los parámetros microbiológicos analizados y medidos en el compost evaluado en cuanto a la cantidad de microorganismos patógenos, está dentro de los rangos descritos por las diferentes normatividades como la **RESOLUCIÓN No. 068370** del 2020 (ICA, 2020) y la **RESOLUCIÓN No. 000187** del 2006 (MINAGRICULTURA, 2006), así mismo, se puede observar que hay presencia en buenas cantidades de microorganismos benéficos los cuales aportan en los diferentes procesos de mejoramiento de suelos.
- Según la **RESOLUCIÓN No. 068370** del 2020 (ICA, 2020), Los biofertilizantes que utilicen sustratos no estériles deben presentar los soportes de análisis de laboratorio donde se garanticen los siguientes parámetros:
 - 1: Ausencia de Salmonella en 25 gramos
 - 2: Presencia de agentes aerobios > 1000 UFC/G
 - 3: Huevos de Helminto viables < 1 individuo en 4 gramos de muestra.
- El compost en las tres muestras presentó un valor significativo debido a que las variables físico-químicas presentaron un buen comportamiento según lo establecido por (Roman et al., 2013). La temperatura estuvo dentro de los rangos óptimos, en fase Mesofila, Termofila y de Maduración; La humedad terminó con un porcentaje óptimo, con valores cercanos al 60% en cada una de las tres muestras; el pH presentó una alcalinización ligera con valores de 8,5 a 8,7, valores acertados por el presente autor.
- El compost realizado incide de manera positiva en la etapa de germinación y crecimiento radicular de las semillas de lechuga (*Lactuca sativa*), mostrando incrementos en el Índice de Germinación (IG) por encima de 130, demostrando aptitudes de buen desempeño para su uso agrícola.
- Con el fin de presentar una guía técnica y pedagógica a trabajadores del sector avícola, en especial a los integrantes de la Granja Omega, se diseñó el manual de compostaje para la Granja Omega en el municipio de San Agustín, Huila, el cual contiene todos los procesos necesarios para la realización de las prácticas de compostaje a partir de residuos de pollinaza para la elaboración de abonos orgánicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboutayeb, R. (2014). The use of composted poultry manure as an organic amendment: Effects on soil physicochemical properties and *Mentha Spicata* L. yield. In *Article in International Journal of Advanced Research*.
<https://www.researchgate.net/publication/299721539>
- Ávila Reyes, W. E., Sadeghian Khalajabadi, S., Sánchez Arciniegas, P. M., & Castro Franco, H. E. (2010). *RESPUESTA DEL CAFÉ AL FÓSFORO Y ABONOS ORGÁNICOS EN LA ETAPA DE ALMÁCIGO* (Vol. 61, Issue 4).
- Bermeo Aguilar, E. K. (2021). *Efecto de abonos orgánicos sobre la producción en el cultivo de plátano dominico (Musa spp.) en la zona de Valencia*.
- Carolina Castillo, M., Elena Cárdenas, B., Andrés Rodríguez, S., & Marcela Acosta, Á. (2018). *GUÍA TÉCNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA*.
- Cruz, I., Márquez, I., García, S., Carrillo, A., Félix, L., & Molar, A. (2007). *Identificación de hongos mucorales causantes de la pudrición blanda en frutos de papaya (Carica papaya L.) en México*.
- Daza, E. G. (2012). *ESTUDIO DE GESTION AMBIENTAL PARA LA EMPRESA AVICOLA AGRICOLA MERCANTIL DEL CAUCA-AGRICCA S.A.*
- Dios Pérez, Manuel. (2009). *Estudio y desarrollo de técnicas respirométricas para el control de la estabilidad del compost*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba.
- el Nadi, A. H., Rabie, R. K., Abdel Magid, H. M., Sabrah, R. E., & Abdel Aal, Sh. I. (1995). Chemical, physico-chemical and microbiological examination of town refuse compost and chicken manure as organic fertilizers. *Journal of Arid Environments*, 30, 107–113.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(95\)80042-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-1963(95)80042-5)
- Flores, C., & Veana, F. (2014). *Penicillium como solubilizador de fosfato Metabolic capabilities of Lactic Acid Bacteria View project Control biologico View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/274638201>
- Hernández, Á. (2017). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DEL COMPOSTAJE DE POLLINAZA FRESCA Y OTROS MATERIALES ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PÁRAMO DE BERLÍN*.
- Hernández, A. M. (2017). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DEL COMPOSTAJE DE POLLINAZA FRESCA Y OTROS MATERIALES ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PÁRAMO DE BERLÍN*.
- Hutchinson, C. M. (1999). *Trichoderma virens-Inoculated Composted Chicken Manure for Biological Weed Control*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0759>

Instituto Colombiano Agropecuario. (2020). *Resolución número 068370*.

Laich, F. (2011). *El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje*.

Martínez Padrón, A., Yuef, H., Delgado, H., Méndez, R., Augusto, C., & Carrillo, V. (2013). *The Genus Aspergillus and their Mycotoxins in Maize in Mexico: Problems and Perspectives*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61231509005>

Mestre, M. C. (2016). *Biodiversidad de levaduras de suelo y rizósfera asociadas a especies de Nothofagus ectomicorrícicos del Bosque Andino-patagónico*.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2006). *RESOLUCIÓN NÚMERO (187)*.

Pareja Estrada, M. M. (2005). *Handling and processing of hen waste as manure*.

Pérez, M. (2017). *PLAGAS VEGETALES: PYTHIUM*.

Pulamarin Churuchumbi, D. A. (2022). *EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA Y COMPOSTADA EN UNA MEZCLA FORRAJERA EN EL CANTÓN CAYAMBE*.

Ramos, P. F., Vargas Luna, D. M., & Vargas Valenzuela, Y. (2021). Guía técnica para el manejo de residuos orgánicos en La Macarena, Meta. In *Guía técnica para el manejo de residuos orgánicos en La Macarena, Meta*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404531>

Roman, Pilar., Martínez, M. M., & Pantoja, Alberto. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina*. FAO.

Rosas Martínez, V., Rodríguez Lagunes, D. A., Llarena Hernández, R. C., Milanés Ramos, N., Rico Contreras, J. O., & Castañeda Castro, O. (2021). Physicochemical Evaluation Of Waste Compost From Poultry And Sugarcane Filter Mud. *Agrociencia*, 55(4), 291–302.

<https://doi.org/10.47163/AGROCIENCIA.V55I4.2478>

Sánchez, M. A., Roig, A., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource Technology*, 78(3), 301–308.

[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00031-1)

Téllez Murcia, C. (2018). *CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR AVÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA*.

Urra, J., Alkorta, I., Lanzén, A., Mijangos, I., & Garbisu, C. (2019). The application of fresh and composted horse and chicken manure affects soil quality, microbial composition and antibiotic resistance. *Applied Soil Ecology*, 135, 73–84.

<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.11.005>

ANEXOS



ANEXO 1. elaboración de las composteras.



ANEXO 2. elaboración de las 3 pilas de compost



ANEXO 3. Seguimiento del proceso de compostaje.



ANEXO 4. Medición de variables físico-químicas: medición de Ph.

Informe de Resultados
PS-TRE-F01
Versión: 05

AMBILAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha Última Revisión y Aprobación: 2019-03-27
Página 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN ABONOS ORGÁNICOS

AS1159 FECHA DE REPORTE: 2021-05-21

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente / Empresa: Juan Carlos Valderrama C.C. / NIT: 1.083.911.046	Departamento: Huila Ciudad: San Agustín	Dirección: Vereda La Estrella Teléfono: 3108067001
--	--	---

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Código: AS1159	Longitud: N.R.	Cultivo: Compost	Lugar: Finca La María
Altura: 1600 m.s.n.m.	Fecha toma: 2021-04-22	Edad Cultivo: N.R.	Lote: Compost 1
Latitud: N.R.	Fecha entrada: 2021-04-24	Tratamiento: N.R.	Muestreador: Juan Carlos Valderrama

TABLA DE RESULTADOS

NUMERO	VARIABLE	RESULTADO (POBLACION)	L.C.	MÉTODO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
1	Bacterias Mesófilas Aerobias.	53 x 10 E 6 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
2	Pseudomonas sp	10 x 10 E 2 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
3	Levaduras	20 x 10 E 2 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
5	Trichoderma sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
4	Penicillium sp.	2 x 10 E 4 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
6	Aspergillus sp.	1 x 10 E 4 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
7	Mucor sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
8	Fusarium sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
9	Cylindrocarpus sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
10	Pythium sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.

OBSERVACIÓN: El presente estudio se realizó en la Finca La María Vereda La Estrella, situado a 1600 m.s.n.m.

Este informe NO es válido para impresión ni almacenamiento sin firma de las personas autorizadas por el Laboratorio.
 APRECIADO CLIENTE: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con quince (15) días hábiles para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte, AMBILAB S.A.S. asume la conformidad de los resultados del análisis.
 AMBILAB SAS, Calle 1A No. 4-50 Barrio Trinidad Pitalito - Huila, Colombia Contacto: 3369519 - 3204987265

Elaboró: Directora Laboratorio Revisó: Directora de Calidad Aprobó: Director Técnico

Escaneado con CamScanner

ANEXO 5. prueba microbiológica de laboratorio: muestra 1.

AMBILAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Página

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN ABONOS ORGÁNICOS

AS1160 FECHA DE REPORTE: 2021-05-21

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente / Empresa: Juan Carlos Valderrama C.C. / NIT: 1.083.911.046	Departamento: Huila Ciudad: San Agustín	Dirección: Vereda La Estrella Teléfono: 3108067001
--	--	---

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Código: AS1160	Longitud: N.R.	Cultivo: Compost	Lugar: Finca La María
Altura: 1600 m.s.n.m.	Fecha toma: 2021-04-22	Edad Cultivo: N.R.	Lote: Compost 2
Latitud: N.R.	Fecha entrada: 2021-04-24	Tratamiento: N.R.	Muestreador: Juan Carlos Valderrama

TABLA DE RESULTADOS

NUMERO	VARIABLE	RESULTADO (POBLACION)	L.C.	MÉTODO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
1	Bacterias Mesófilas Aerobias.	20 x 10 E 6 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
2	Pseudomonas sp	30 x 10 E 1 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
3	Levaduras	3 x 10 E 2 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
5	Trichoderma sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
4	Penicillium sp.	2 x 10 E 4 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
6	Aspergillus sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
7	Mucor sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
8	Fusarium sp.	1 x 10 E 1 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
9	Cylindrocarpus sp.	4 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
10	Pythium sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.

OBSERVACIÓN: El presente estudio se realizó en la Finca La María Vereda La Estrella, situado a 1600 m.s.n.m.

Este informe NO es válido para impresión ni almacenamiento sin firma de las personas autorizadas por el Laboratorio.
 APRECIADO CLIENTE: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con quince (15) días hábiles para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte, AMBILAB S.A.S. asume la conformidad de los resultados del análisis.
 AMBILAB SAS, Calle 1A No. 4-50 Barrio Trinidad Pitalito - Huila, Colombia Contacto: 3369519 - 3204987265

Elaboró: Directora Laboratorio Revisó: Directora de Calidad Aprobó: Director Técnico

Escaneado con CamScanner

ANEXO 6. prueba microbiológica de laboratorio: muestra 2.

MS-TRE-F01
Versión: 05

AMBILAB
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN ABONOS ORGÁNICOS

AS1161 **FECHA DE REPORTE:** 2021-05-21

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente / Empresa: Juan Carlos Valderrama	Departamento: Huila	Dirección: Vereda La Estrella
C.C. / NIT: 1.083.911.046	Ciudad: San Agustín	Teléfono: 3108067001

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Código: AS1161	Longitud: N.R.	Cultivo: Compost	Lugar: Finca La María
Altura: 1600 m.s.n.m.	Fecha toma: 2021-04-22	Edad Cultivo: N.R.	Lote: Compost 3
Latitud: N.R.	Fecha entrada: 2021-04-24	Tratamiento: N.R.	Muestreador: Juan Carlos Valderrama

TABLA DE RESULTADOS

NUMERO	VARIABLE	RESULTADO (POBLACION)	L.C.	MÉTODO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
1	Bacterias Mesofilas Aerobias.	43 x 10 E 6 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
2	Pseudomonas sp	10 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
3	Levaduras	10 x 10 E 1 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
5	Trichoderma sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
4	Penicillium sp.	8 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
6	Aspergillus sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
7	Mucor sp.	1 x 10 E 3 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
8	Fusarium sp.	1 x 10 E 1 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
9	Cylindrocarpus sp.	1 x 10 E 4 UFC/g	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.
10	Pythium sp.	Negativo	N.A.	LBC 197	N.A.	N.A.

OBSERVACIÓN: El presente estudio se realizó en la Finca La María Vereda La Estrella, situado a 1600 m.s.n.m.

Este informe NO es válido para impresión ni almacenamiento sin firma de las personas autorizadas por el Laboratorio.
APRECIADO CLIENTE: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con quince (15) días hábiles para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte: AMBILAB S.A.S. asume la conformidad de los resultados del análisis.

AMBILAB S.A.S. - Calle 1A No. 4-50 Barrio Trinidad Pástor - Huila, Colombia Contacto: 8369519 - 320487265

Revisó: Directora de Calidad

Aprobó: Director Técnico

Escaneado con CamScanner

ANEXO 7. prueba microbiológica de laboratorio: muestra 3.



ANEXO 8. test de germinación.



ANEXO 9. longitud registrada en cada una de las muestras germinadas.



ANEXO 10. longitud registrada en cada una de las muestras germinadas.



ANEXO 11. longitud registrada en cada una de las muestras germinadas.



ANEXO 12. Manual de compostaje para la Granja Omega en el municipio de San Agustín, Huila.