	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 7

FECHA | jueves, 22 de noviembre de 2018

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad


UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Galvis Albornoz	Grency Julieth	1.070.973.715

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 7

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Cubillos Pedraza	Danny Daniel

TÍTULO DEL DOCUMENTO
COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS A BASE DE MICROORGANISMOS ACELERANTES PARA LE PROCESO DE COMPOSTAJE A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL DE CLAVEL (<i>Dianthus caryophyllus L.</i>) EN LA COMPAÑÍA COLIBRI FLOWERS S.A

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)


TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERO AGRONOMO

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
29/08/2018	41 pág.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Microorganismos acelerantes	
2. Productos	
3. Compostaje	
4. Aplicación	
5. Material vegetal	
6. Pilas	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 3 de 7

El presente trabajo se realizó en la compañía Colibri Flower S.A. en el área de compostaje localizada en la finca Corito, ubicada en la vereda Manablanca del municipio de Facatativá, a 4° 47' 43.224" latitud al norte y 74° 21' 32.09" longitud oeste, con altura de 2596 msnm. El objetivo era comparar tres (3) productos a base de microorganismos aceleradores para el proceso de compostaje a partir de material vegetal de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.). El experimento fue un diseño completamente al azar, constituido por 3 tratamientos: 1- Pila con aplicación de Biocar M.O. a una dosis de 5 ml/L, 2-Pila control (Sin aplicación) Y 3- Pila con aplicación de EM-1 y Agrolux (Manejo convencional). El análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa en ninguna de las variables de estudio para cada uno de los tratamientos.


AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:
 Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 4 de 7


2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifesté (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

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*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 5 de 7

propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI __ NO _x_.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:


a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos;

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 6 de 7

ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
---	--

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2



(Ej. PerezJuan2017.pdf)	
1. COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS A BASE DE MICROORGANISMOS ACELERANTES PARA LE PROCESO DE COMPOSTAJE A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL DE CLAVEL (<i>Dianthus caryophyllus l.</i>) EN LA COMPAÑÍA COLIBRI FLOWERS S.A.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Galvis Albornoz Gency Julieth	Gency Galvis A.

192.1.50

COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS A BASE DE MICROORGANISMOS
ACELERANTES PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE A PARTIR DE MATERIAL
VEGETAL DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus L.*) EN LA COMPAÑÍA COLIBRI
FLOWERS. S.A

GRENCY JULIETH GALVIS ALBORNOZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVÁ
FACATATIVÁ
2018

COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS A BASE DE MICROORGANISMOS
ACELERANTES PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE A PARTIR DE MATERIAL
VEGETAL DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus L.*) EN COLIBRI FLOWERS. S.A

GRENCY JULIETH GALVIS ALBORNOZ

Trabajo de grado para otorgar al

Título de Ingeniera Agrónoma

DANIEL CUBILLOS

Director trabajo de grado

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVÁ

FACATATIVÁ

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

DANIEL CUBILLOS PEDRAZA
Director de proyecto

CARLOS ALBERTO CALDERÓN RICARDO
Jurado

PEDRO RENALDO PADILLA GONZÁLEZ
Jurado

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la compañía Colibri Flower S.A. en el área de compostaje localizada en la finca Corito, ubicada en la vereda Manablanca del municipio de Facatativá, a 4° 47' 43.224'' latitud al norte y 74° 21' 32.09'' longitud oeste, con altura de 2596 msnm. El objetivo era comparar tres (3) productos a base de microorganismos aceleradores para el proceso de compostaje a partir de material vegetal de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*). El experimento fue un diseño completamente al azar, constituido por 3 tratamientos: 1- Pila con aplicación de Biocar M.O. a una dosis de 5 ml/L, 2-Pila control (Sin aplicación) Y 3- Pila con aplicación de EM-1 y Agrolux (Manejo convencional). El análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa en ninguna de las variables de estudio para cada uno de los tratamientos.

Palabras claves: Microorganismos acelerantes, compostaje, pilas, productos, aplicación, material vegetal.

ABSTRACT

The present work was carried out in the company Colibri Flower S.A. in the composting area located in the finca Corito, located in the Sidewalk Manablanca of the municipality of Facatativa, 4° 47' 43.224" latitude North and 74° 21' 32.09" longitude west, with height of 2596 m.a.s.l. The objective was to compare three (3) products based on microorganisms accelerators for the composting process from plant material of carnation (*Dianthus caryophyllus l.*).

The experiment was a completely randomized design, with different numbers of observation, composed of 3 treatments: 1- Stack with application of Biocar O.M. at a dose of 5 ml/L, 2- Stack control (without application) and 3- Stack with application of EM-1 and Agrolux (conventional management). The variance analysis showed that there was no significant difference in any of the variables of study for each of the treatments.

Keywords: Accelerating microorganisms, composting, stacks, products, application, vegetable material.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
1. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	15
4. MARCO REFERENCIAL.....	16
4.1 MARCO GEOGRÁFICO.....	16
4.1.1 Área geográfica de impacto.....	16
5. MARCO CONCEPTUAL.....	16
5.1 COMPOSTAJE.....	16
5.1.1 Fases o etapas.....	16
5.2 FACTORES ABIOTICOS QUE INTERACTUAN EN EL PROCESO.....	18
2.1.1 Temperatura.....	18
5.2.1 Humedad.....	19
5.2.2 pH.....	19
5.2.3 Aireación.....	20

5.2.4	Relación C/N.....	20
5.3	MANEJO	20
5.4	BENEFICIOS.....	21
5.5	MICROORGANISMOS	23
5.5.1	<i>Lactobacillus sp.</i>	23
5.5.2	<i>Saccharomyces sp.</i>	23
5.5.3	<i>Rhodopseudomas palustrus</i>	23
5.6	PRODUCTOS	24
5.6.1	EM-1.....	24
5.6.2	Agroplux.....	25
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	26
6.1	LOCALIZACIÓN	26
6.2	MATERIAL VEGETAL	27
6.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	27
6.4	TRATAMIENTOS.....	28
6.4.1	Hipótesis.....	28
6.5	VARIABLES DE ESTUDIO.....	29

- 6.5.1 Temperatura 29
- 6.5.2 Humedad 30
- 6.5.3 pH 31
- 7. ÁLISIS DE RESULTADOS 32
 - 7.1 Temperatura 33
 - 7.2 Humedad 35
 - 7.3 pH 36
 - 7.4 ANÁLISIS DE VARIANZA 38
- 8. CONCLUSIONES 40
- 9. RECOMENDACIONES 41
- BIBLIOGRAFÍA 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del diseño metodológico.	26
Figura 2. Termómetro análogo.....	268
Figura 3. Descripción de los 3 puntos para tomar la temperatura.....	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución por tratamientos. Donde T hace referencia a “Tratamientos”.....	28
Tabla 2. Días acumulados por pila o tratamiento.	32
Tabla 3. Análisis de varianza de humedad.....	39
Tabla 4 Análisis de varianza de pH.....	39
Tabla 5. Análisis de varianza de temperatura.	39

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comportamiento de temperatura por tratamiento.....	33
Grafica 2. Comportamiento de humedad por tratamiento.	35
Grafica 3. Comportamiento de pH por tratamiento.....	37

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años se ha hablado de los problemas de contaminación en suelos, aire y agua, que son el resultado de malos manejos en diferentes procesos, ya sean industriales y/o agrícolas. Uno de los problemas ambientales causados por el sector agrícola son los residuos orgánicos que se generan como son los residuos de cosecha, de poda, residuos en post-cosecha, estiércol, pasto, entre otros y el manejo que se les da, ya sea por falta de espacio, tiempo o de conocimiento, muchas veces no son los adecuados y se opta por la quema, el enterramiento o la descomposición al aire libre hasta su pudrición (FAO, 2013).

Una medida de solución para el manejo de ciertos residuos es el compostaje, que consiste en un proceso biológico aerobio en donde sustancias orgánicas son transformadas por medio de la acción de microorganismos a formas biológicamente estables como el humus (Silva, Lopez, y Valencia, n.d.), con esta técnica se asegura una adecuada descomposición, generando a partir de material vegetal insumos como abono orgánico y/o lixiviados útiles para la producción agrícola (FAO, 2013). Adicionalmente, con esta técnica además de cerrar el ciclo biológico de la materia orgánica, se está generando un abono de buena calidad que favorece al suelo en mejorar su estructura, en la incorporación de nutrientes enriqueciéndolo nuevamente y para las plantas este abono es una fuente de micro y macroelementos que contribuyen a su crecimiento y desarrollo (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

Por otra parte, el abono producido a través del compostaje de material orgánico es un producto, que al alcanzar elevadas temperaturas durante su proceso se considera libre de patógenos y/o semillas de malezas, lo cual facilita de cierto modo su manejo y almacenamiento al ser un producto biológico (Silva *Et al.*, n.d.).

La empresa Colibrí Flowers S.A trabaja con un Sistema Integrado de Gestión que va en pro a la protección ambiental bajo la certificación ISO 14001, de acuerdo con esto y la importancia de este proceso la presente investigación busca evaluar tres diferentes productos con la asociación de EM-1 y Agroplox, productos convencionales utilizados en la compañía y Biocar M.O., Producto nuevo a evaluar, con la finalidad de establecer un protocolo de manejo para la obtención de abono orgánico a partir de material vegetal de clavel.

1. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo pretende aportar información sobre el uso de Biocar M.O. para el proceso de degradación de material vegetal, con el objetivo de estandarizar un protocolo de manejo de compostaje garantizando una mayor efectividad a la hora de obtener el producto final.

Además, con la ejecución de este proyecto al hacer uso de la técnica de compostaje, se está contribuyendo a nivel social con un desarrollo sostenible dado que se busca mejorar la calidad del producto durante el proceso.

A nivel ambiental, se espera generar un impacto positivo con la finalidad de poder procesar la mayor cantidad de material vegetal que se está generando en la compañía Colibri Flowers S.A. con la incorporación de nuevos productos biológicos utilizados para tal fin. Adicionalmente, el compostaje es una técnica que para la parte de producción de clavel en hidroponía no solo le aportará nutrientes, sino que es un abono que favorece la retención de humedad en un medio artificial como lo es el sustrato utilizado como medio para el desarrollo y crecimiento de esta planta.

Finalmente, con la evaluación de los tres (3) tratamientos: 1- Pila con aplicación de Biocar M.O. (Producto nuevo a incorporar), 2-Pila control (Sin aplicación) Y 3- Pila con aplicación de EM-1 y Agrolux (Manejo convencional), se pretende aportar nuevas estrategias que se pueden implementar junto con la introducción de nuevos productos con la finalidad de mejorar el manejo de los residuos de cosecha generados en la finca.

2. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar tres productos a base de microorganismos acelerantes para el proceso de compostaje a partir de material vegetal de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer tratamientos de compostaje para comprobar la aceleración en la descomposición de la materia orgánica con productos a base de microorganismos.
- Medir las variables de temperatura, humedad y pH para determinar la eficacia entre los tratamientos con relación a la aplicación de microorganismos.
- Analizar estadísticamente los resultados obtenidos para establecer si existe diferencia significativa en el ensayo planteado.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO GEOGRÁFICO

4.1.1 Área geográfica de impacto

El área geográfica en la cual se desarrolló el proyecto fue en el municipio de Facatativá (Cundinamarca) en la finca Corito en el área de compostaje de la compañía Colibri Flowers S.A. ubicada a 4° 47' 43.224'' latitud al norte y 74° 21' 32.09'' longitud oeste, con altura de 2596 msnm.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 COMPOSTAJE

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) el compostaje se define como “La mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes” (FAO, 2013).

También se define como el proceso biológico aerobio en el cual microorganismos del suelo generan la descomposición de material biodegradable u orgánico como, por ejemplo, restos de cosecha, excrementos de animales; en condiciones favorables de temperatura, humedad y aireación (Infoagro, n.d.).

5.1.1 Fases o etapas

Este proceso de descomposición dura entre 4 a 6 meses, el cual depende de factores tanto bióticos como abióticos. Adicionalmente, durante este proceso se definen cinco (5) fases:

- a. Fase de latencia o crecimiento: Se considera la primera etapa del proceso de descomposición, en esta fase los microorganismos presentes se empiezan a acoplar en su nuevo medio e inicia la multiplicación y colonización de la materia orgánica (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009). La duración de esta etapa puede oscilar entre los 2 a 4 días y varía dependiendo del comportamiento de ciertas condiciones como la temperatura ambiente, pH, relación C/N, conductividad y cantidad de microorganismos presentes en la biomasa (Sztern y Pravia, n.d.).

- b. Fase mesófila: En esta fase el material de inicio empieza su proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días u horas esta temperatura aumenta hasta los 40°C, los microorganismos se empiezan a multiplicar rápidamente, en esta fase se genera una alta actividad metabólica donde son transformados algunos compuestos como azúcares y aminoácidos. Dentro de esta fase el factor temperatura comienza a subir produciendo ácidos orgánicos que genera que baje el pH (Villada y Torres, 2013).

- c. Fase termófila: En esta fase la temperatura sube hasta los 70°C y los microorganismos que se encontraban en la fase mesófila son reemplazados por microorganismos que soportan temperaturas altas, siendo estos la mayoría bacterias termófilas (FAO, 2013). En esta etapa se garantiza la higienización y muerte de microorganismos patógenos, larvas y semillas de malezas, la duración de esta fase puede estar entre una semana dependiendo los factores descritos en la fase de latencia. Una vez terminada esta fase la actividad microbiana disminuye y se genera la estabilidad del medio (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

- d. Fase mesófila de enfriamiento: En esta fase la temperatura empieza a disminuir y desciende hasta por debajo de los 60°C, reapareciendo los microorganismos mesófilos, descomponiendo componentes como la celulosa; al bajar a 40°C los microorganismos mesófilos también reinician su actividad y el pH del residuo, desciende ligeramente (Villada y Torres, 2013).

- e. Fase de maduración: Es un periodo que tarda alrededor de 3 meses en donde los residuos que no están totalmente descompuesto se van degradando. Tanto la temperatura como la actividad microbiana va disminuyendo lentamente (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009), Durante este período, se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus; desciende el consumo de oxígeno y la fitotoxicidad del compost debe estar controlada (Sztern y Pravia, n.d.).

5.2 FACTORES ABIOTICOS QUE INTERACTUAN EN EL PROCESO

Durante el proceso de compostaje los agentes bióticos (microorganismos) son aquellos que realizan la descomposición o degradación del material vegetal, pero hay ciertos factores que pueden limitar o favorecer su desarrollo durante el proceso, a continuación, se describen ciertos factores que entran en juego.

2.1.1 Temperatura

Durante todo el proceso del compostaje la temperatura tiene un comportamiento muy variado. En los primeros días el material presenta una temperatura ambiente y puede aumentar hasta los 70°C sin realizar ninguna actividad antrópica (FAO, 2013).

Dentro de este proceso es fundamental que este factor no descienda muy rápido, debido a que si conseguimos mantener altas temperaturas durante un mayor tiempo nos ayuda a acelerar la descomposición del material vegetal (FAO, 2013).

5.2.1 Humedad

Los microorganismos, al igual que todos los seres vivos requieren de agua no solo para el transporte de nutrientes y elementos energéticos sino para su desplazamiento, es por esto que una humedad óptima para el compost debe estar en un 55%, aunque esto puede variar dependiendo del estado físico del material vegetal con el que se inició (FAO, 2013).

A lo largo de este proceso la humedad no puede ser muy elevada (Mayor a 60%) porque se agotaría totalmente el oxígeno al taparse los poros por el exceso de agua y pasaría de ser un proceso aerobio a un proceso anaeróbico, dando como resultado una putrefacción o pudrición del material vegetal. A diferencia, si este valor está muy por debajo del rango óptimo (Menor a 45%), se disminuye la actividad microbiana y por lo tanto el proceso de descomposición se disminuirá o se retrasará (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

5.2.2 pH

Este factor depende del material que se tenga en descomposición y varía dependiendo de la fase donde se encuentre, sea Mesófila, termófila o maduración. En los primeros días se tiene pH ácido por la formación de ácidos orgánicos, cuando inicia la fase termófila el pH es alcalino debido a la transformación del amonio en amoníaco y finalmente al terminar el proceso, este factor se estabiliza quedando en un valor casi neutro (FAO, 2013).

5.2.3 Aireación

Otro factor importante en este proceso es la aireación, porque fundamental para que los microorganismos puedan respirar y puedan realizar una buena descomposición del material, el porcentaje óptimo debe estar entre los 5 a 15% de aireado. Por esto, el manejo de la aireación durante todo el rango de tiempo que dura el proceso debe ser idóneo para asegurar una buena actividad microbiana (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

5.2.4 Relación C/N

Esta relación varía dependiendo del material vegetal con el que se inició, este valor se obtiene de la división del porcentaje (%) total de Carbono (C) sobre el porcentaje total de Nitrógeno (N) del material a compostar (FAO, 2013).

5.3 MANEJO

Antes de iniciar un proceso de compostaje se deben tener en cuenta varios factores para asegurar una buena formación y manejo de las pilas, dentro de estos factores se encuentran: El área o ubicación, el material de partida, el tamaño de las pilas, los volteos y seguimiento de los factores a evaluar.

- Selección del área: Se aconsejan lugares donde no se presenten vientos muy fuertes o si se presentan proteger el área, zonas que se encuentren a una distancia de más de 50 metros de nacimientos o fuentes de agua para evitar contaminación de estas y lugares con poca pendiente (No superior a un 4%) o realizar un buen montaje para la recolección de lixiviados (FAO, 2013).

- Material de partida: El tamaño del material a compostar tiene un papel fundamental sobre la actividad microbiana, dado que a mayor tamaño de las partículas los microorganismos se les dificultan más el acceso al sustrato. El tamaño adecuado del material para iniciar el proceso de compostaje debe estar entre los 5 a 20 cm (FAO, 2013), de no ser así, lo más viable y aconsejable es triturar o picar (Manual o mecánico) el material para obtener el abono en menos tiempo (FAO, 2013).

- Tamaño de las pilas: Dentro de este proceso, la altura de las pilas afecta directamente el porcentaje de factores como la humedad, la temperatura y el oxígeno. Según la FAO (2013) aconseja crear pilas con una altura de 1,5 a 2 metros y de ancho de 1,5 a 3 metros, para que, con el avance de las fases presentes en el proceso de compostaje, el material perderá casi que un 50% del volumen inicial y adicionalmente con estas dimensiones favorece las labores de manejo como el volteo.

- Volteo: Generalmente, los volteos deben ser realizados cada semana durante las primeras 3 a 4 semanas y luego se puede manejar con volteos cada quince (15) días. Esto varía de los factores como temperatura, humedad y condiciones climáticas, es por esto que se debe realizar un seguimiento de estas condiciones y es necesario realizar o no el volteo (FAO, 2013).

5.4 BENEFICIOS

El proceso de compostaje trae consigo una serie de ventajas a nivel de suelo como:

- Mejorar estructura del suelo: El resultado final de compostaje presenta una estructura aterronada facilitando la conglomeración del suelo y proporcionar una adecuada aireación y humedad del mismo (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).
- Al tratarse de un proceso natural y las altas temperaturas en ciertas fases del proceso minimiza los problemas de patógenos y en muchos casos puede actuar como un controlador de bacterias y hongos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).
- El compostaje al presentar un alto contenido de micronutrientes y macronutrientes como el Nitrógeno, Fosforo y Potasio, que provienen de la descomposición de animales, microorganismos y material vegetal se convierte en un excelente abono para las plantas (FAO, 2013).
- Aporta al suelo microorganismos como bacterias y hongos que ayudan a transformar materiales insolubles en nutrientes para las plantas (FAO, 2013).
- Mejora las condicones del suelo aportando Carbono y aseguranso la estabilidad de la micro y macrofauna (FAO, 2013).
- Bajo costo: Al ser un proceso poco complicado de realizar y las características nutricionales que presenta reduce costos y no sería necesario comprar o adquirir el producto (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).
- Propiedades físicas: Mejora el manejo del suelo en labores de arado y siembra, aumenta la retención de humedad y reduce la erosión del suelo (FAO, 2013).

5.5 MICROORGANISMOS

5.5.1 *Lactobacillus sp.*

Los *Lactobacillus* son un género de bacterias ácido lácticas, las cuales producen ácido láctico y otros azúcares y carbohidratos. Estos ácidos lácticos son compuestos que inhiben el desarrollo de microorganismos dañinos y adicionalmente ayudan a la descomposición de compuestos como la lignina y la celulosa por medio de la fermentación (EM Producción y Tecnología S.A, n.d.).

Estas bacterias tienen la capacidad de suprimir el crecimiento de enfermedades fungosas como el *Fusarium*, el cual se presenta en diversos cultivos como el Clavel, adicionalmente estos ácidos lácticos favorecen la disminución de plagas como nematodos (EM Producción y Tecnología S.A, n.d.).

5.5.2 *Saccharomycetes sp.*

Son un grupo de levaduras heterótrofas que obtiene la energía por medio de la glucosa y tiene una gran capacidad fermentativa, esta levadura sintetiza una serie de sustancias tanto antimicrobiales como útiles, las cuales son utilizadas o aprovechadas por las plantas para su desarrollo a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas (EM Producción y Tecnología S.A, n.d.).

5.5.3 *Rhodopseudomas palustrus*

Son un grupo de bacterias fototrópicas las cuales son capaces de producir ácidos orgánicos, aminoácidos y otras sustancias como vitaminas, azúcares y hormonas aprovechadas por otros microorganismos para su multiplicación (EM Producción y Tecnología S.A, n.d.).

Estos microorganismos tienen la ventaja de degradar compuestos aromáticos encontrados en residuos industriales como el petróleo o compuestos como la lignina; adicionalmente, tiene la capacidad de desarrollarse en presencia o ausencia de oxígeno (Cardona y García, 2008).

Rhodopseudomas palustrus también es utilizada en la descomposición de material vegetal con la capacidad que tiene de metabolizar la lignina y algunos ácidos producidos en la degradación de los restos de cosecha y animales metabolizando el dióxido de carbono (González, 2017).

5.6 PRODUCTOS

5.6.1 EM-1

Los microorganismos eficientes o EM-1 se caracteriza por ser un cultivo compuesto por diversos microorganismos como bacterias fototrópicas, bacterias ácido lácticas y Levaduras, extraídos u obtenidos de ecosistemas naturales. Es un producto que acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica (Fundases, n.d.).

Adicionalmente, el EM trabaja con dos vías primarias: a) por exclusión competitiva de otros microorganismos que son nocivos y b) por la producción de subproductos beneficiosos que promueven la salud del medio ambiente como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes. Este producto presenta un ingrediente activo compuesto por: *Lactobacillus casei*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Rhodoseudomonas palustris* que son microorganismos útiles en el proceso de descomposición (Fundases, n.d.).

5.6.2 Agroplux

El agroplux es un cultivo líquido de microorganismos, compuesto de diversas especies de microorganismos como bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos nativos de Colombia, producido mediante fermentación, con el fin de devolverle a los suelos este componente vivo (Montoya, Henao, y Ramos, 2011).

5.6.3 BIOCAR M.O.

Es una fórmula desarrollada a partir de mayor concentración de jarabes, de extracto de plantas de tipo (Solanáceas, liliáceas, urticáceas, cistáceas) ácido arbutámico, alcohol, hidróxido de potasio, agua y ácidos grasos saturados (BILOGICOS AGROINDUSTRIALES LTDA, n.d.).

Es un producto que debe ser aplicado por aspersión, cubriendo totalmente el material a compostar (BILOGICOS AGROINDUSTRIALES LTDA, n.d.).

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 LOCALIZACIÓN

El presente proyecto se llevará a cabo en el área de compostaje perteneciente a la finca Corito, de la compañía Colibri Flowers, en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

En la figura 1 podemos observar un diagrama de flujo resumiendo todo el proceso del diseño metodológico.

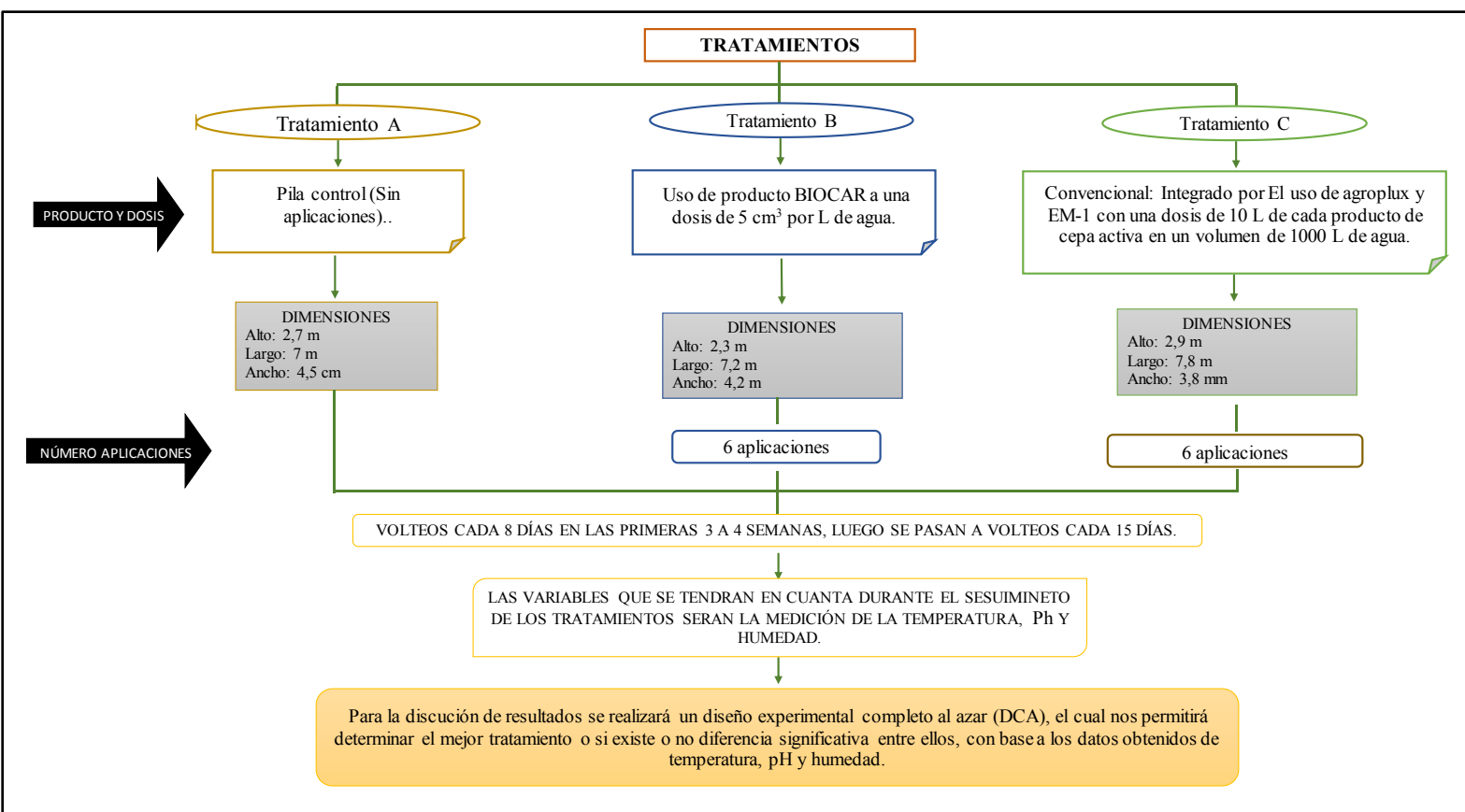


Figura 1. Diagrama de flujo del diseño metodológico. Fuente: Galvis, 2018

El área de compostaje ningún tipo de infraestructura, pero las pilas se cubrieron con plástico negro desde el momento de haber iniciado su proceso.

6.2 MATERIAL VEGETAL

El presente trabajo se realizará con los residuos de cosecha de clavel (*Dianthus caryophyllus L*) producidos por las fincas: Corito y Esmeralda.

6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizará un diseño experimental completo al azar (DCA), el cual nos permite determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Para este diseño el factor A, serán los productos aceleradores de descomposición de materia orgánica integrado por – A. 1- Pila con aplicación de Biocar M.O. (Producto a evaluar) a una dosis de 5 cm³ por L de agua, B- Pila control (Sin aplicación), C- Pila con aplicación de EM-1 y Agrolux (Manejo convencional) con una dosis de 10 L de cepa activa de EM-1 en un volumen de 1000 L de agua y 10 L de cepa activa de Agroplux en un volumen de 1000 L de agua.

El experimento constará de 3 pilas experimentales, cada una con dimensiones aproximadas de 2 m de altura, 3 a 4 m de ancho y de 7-8 m de largo para un volumen de 40 a 60 m³ aproximado de material vegetal de desecho. Para el análisis estadístico se realizará un análisis de varianza basado en los datos obtenidos de temperatura, humedad y pH.

6.4 TRATAMIENTOS

En la siguiente tabla se muestra la distribución y como están conformados cada uno de los tratamientos:

T	Producto	Ingrediente activo	Dosis	Volumen agua (L)	Equipo	Repetición	Volteo (semana)	Nº aplicaciones	
A	BIOCAR	<i>Formula desarrollada a partir de concentración de jarabes, de extracto de plantas, ácido arbamídico, alcohol, hidróxido de potasio, y ácidos grasos saturados.</i>	5 cm ³	L	Poma	cada volteo	<i>Cada 8 días durante las 3 a 4 primeras semanas, luego pasaran a volteos cada 15 días.</i>	6 aplicaciones	
B	PILA CONTROL		SIN APLICACIÓN						
C (Convencional)	EM - 1	<i>Lactobacillus casei</i>	10 L (De cepa)	1000	Aplicación sin equipo; por deriva*	una vez por semana			6 aplicaciones
		<i>Sacharomyces cerevisiae</i>							
		<i>Rhodoseudomonas palustris</i>							
	Agroplux	Fijadoras de Nitrógeno	10 L (De cepa)	1000					
<i>Lactobacillus sp</i>									
Hongos y levaduras									

Tabla 1. Distribución por tratamientos. Donde T hace referencia a “Tratamientos”. Fuente: Galvis, 2018

* Por deriva: Se refiere a la aplicación con solo manguera de ¾”, es decir, sin ningún otro tipo de equipo.

6.4.1 Hipótesis

➤ Tratamiento

μ_{p1} = Pila con producto Biocar M.O.

μ_{p2} = Pila control (Sin aplicación)

μ_{p3} = Pila con aplicación de EM-1 y Agroplux

➤ Planteamiento

$$H_0: \mu_{p1} = \mu_{p2} = \mu_{p3}$$

H_1 : Al menos uno de los tratamientos difiere de los demás.

6.5 VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables a evaluar son las siguientes:

6.5.1 Temperatura

La medición de esta variable se hará con un termómetro análogo (Ver figura 2) y se tomarán datos tres (3) veces por semana. Estos datos serán tomados en tres puntos de la pila: Un punto al lado izquierdo, en el centro y al lado derecho (Ver figura 3); estos puntos se evaluarán en el medio de las pilas.

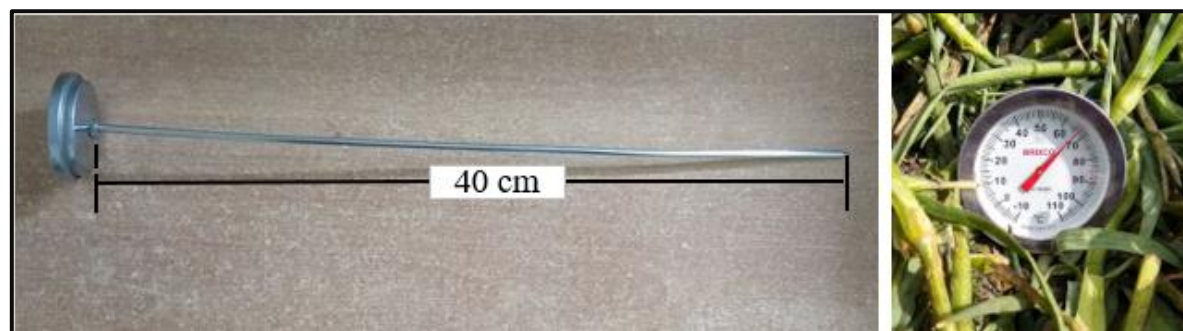


Figura 2. Termómetro análogo. Fuente: Galvis, 2018.

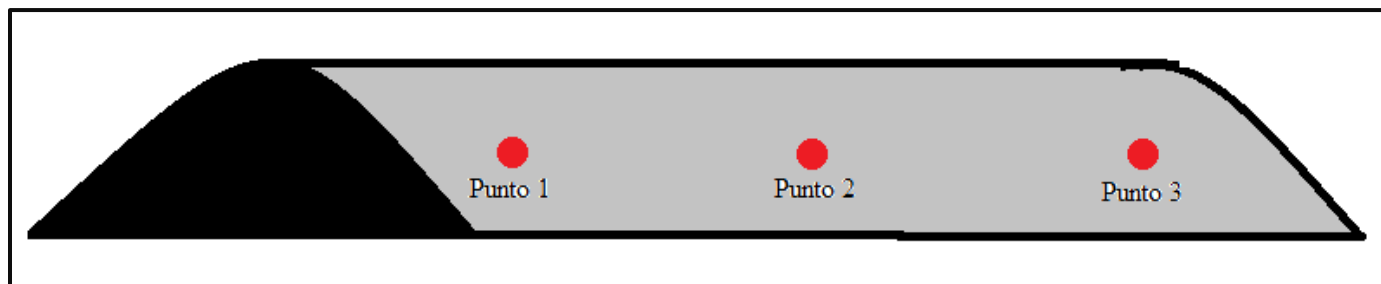


Figura 3. Descripción de los 3 puntos para tomar la temperatura. Fuente: Galvis, 2018.

6.5.2 Humedad

El seguimiento de esta variable se hará tomando de 2 a 3 muestras de material, se llevarán al laboratorio y a partir de una relación de peso fresco y seco o conocido también como “Método de secado” se determinará el porcentaje de humedad presente en el material. Para hallar este porcentaje se hará uso de la siguiente formula:

$$W = \frac{w1 - w2}{w2 - wt} * 100 = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

Determinación de contenido de humedad en suelo. Fuente: Lujan y Alva, 2015.

Donde:

W= Porcentaje (%) de humedad

W1= Peso de capsula + suelo húmedo (gr)

W2= Peso de capsula + suelo seco (gr)

Wt= Peso de capsula (gr)

Ws= Peso seco del material

Ww= Peso del agua

6.5.3 pH

Para evaluar esta variable se tomará una muestra de 50 gr de material y se llevará previamente al laboratorio y se hará una relación 1:2 (50 gr de suelo + 100 ml de agua) y con la ayuda de un pH-metro se tomará este valor. Este dato al igual que la temperatura y humedad, se tomará tres veces por semana.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos recolectados en campo se fueron digitalizando en una base de datos (Excel) y a partir de esta se elaboraron las respectivas tablas y gráficas para dar a conocer los resultados.

Cabe destacar, que la elaboración de las pilas no se logró realizar el mismo día porque no se contaba con el material suficiente, por tanto, la pila del tratamiento A se elaboró el día 29 de agosto del 2018 y las pilas del tratamiento B y C el 6 de septiembre del 2018. La siguiente tabla (Tabla 2) se muestra las fechas de las aplicaciones y volteos realizados a lo largo del seguimiento.

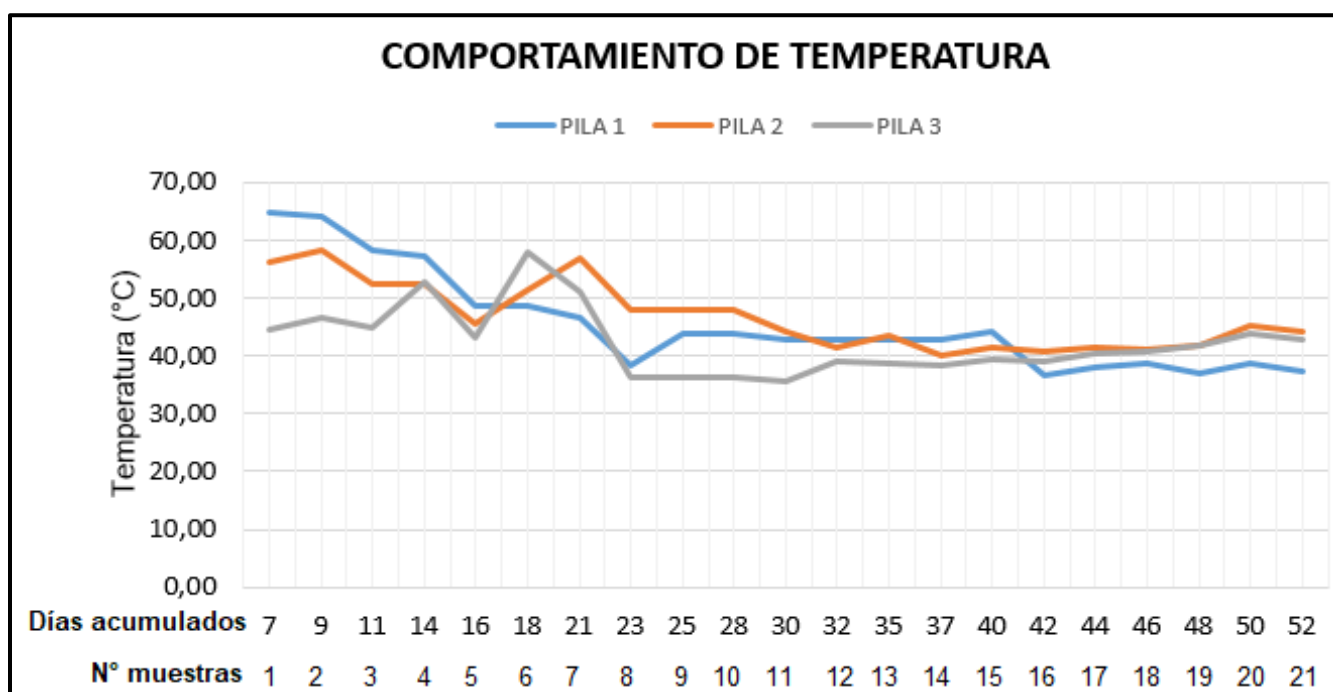
FECHA	TRATAMIENTO A	TRATAMIENTO B	TRATAMIENTO C
3-sep-18	Aplicación N° 1 (100 L)	x	x
6-sep-18	Volteo N° 1	x	x
10-sep-18	Aplicación N° 2 (100 L)	x	Aplicación N° 1 (100 L)
13-sep-18	Volteo N° 2	Volteo N° 1	Volteo N° 1
17-sep-18	Aplicación N° 3 (50 L)	x	Aplicación N° 2 (50 L)
22-sep-18	Volteo N° 3	Volteo N° 2	Volteo N° 2
24-sep-18	Aplicación N° 4 (50 L)	x	Aplicación N° 3 (50 L)
2-oct-18	No aplicación	x	No aplicación
8-oct-18	Aplicación N° 5 (50 L)	x	Aplicación N° 4 (50 L)
9-oct-18	Volteo N° 4	Volteo N° 3	Volteo N° 3
15-oct-18	Aplicación N° 6 (50 L)	x	Aplicación N° 5 (50 L)
22-oct-18	x	x	Aplicación N° 6 (50 L)

Tabla 2. Cronograma de labores. Fuente: Galvis, 2018.

7.1 Temperatura

Para el caso de esta variable se establece una comparación entre los promedios de las 3 temperaturas (Puntos) tomadas en campo por cada pila (Ver Grafica 1), en la gráfica se puede observar los días acumulados que presenta cada pila en cada muestreo realizado y su comportamiento de temperaturas a lo largo del seguimiento.

Para los resultados obtenidos se puede decir que los tres tratamientos establecidos pasaron por una fase termófila o de higienización, puesto que, al comparar los datos con lo establecido por la FAO (2013) esta fase se logra cuando las pilas consiguen temperaturas por encima de los 50°C, para las pilas 1 y 2 estas temperaturas se mantuvieron durante los primeros 14-15 días aproximadamente de haber iniciado su proceso y para el caso de la pila 3 esta fase duro aproximadamente 8 días que van desde los 14 días de haber iniciado su proceso hasta el día 23. En esta fase la mayoría de microorganismos que trabajan son bacterias termófilas, las cuales actúan degradando celulosa y lignina (FAO,2013).



Grafica 1. Comportamiento de temperatura por tratamiento. Donde la PILA 1 hace referencia al tratamiento con BIOCAR M.O; PILA 2 tratamiento sin aplicaciones (Pila control) y PILA 3 tratamiento convencional (Agroflux y EM-1). Fuente:

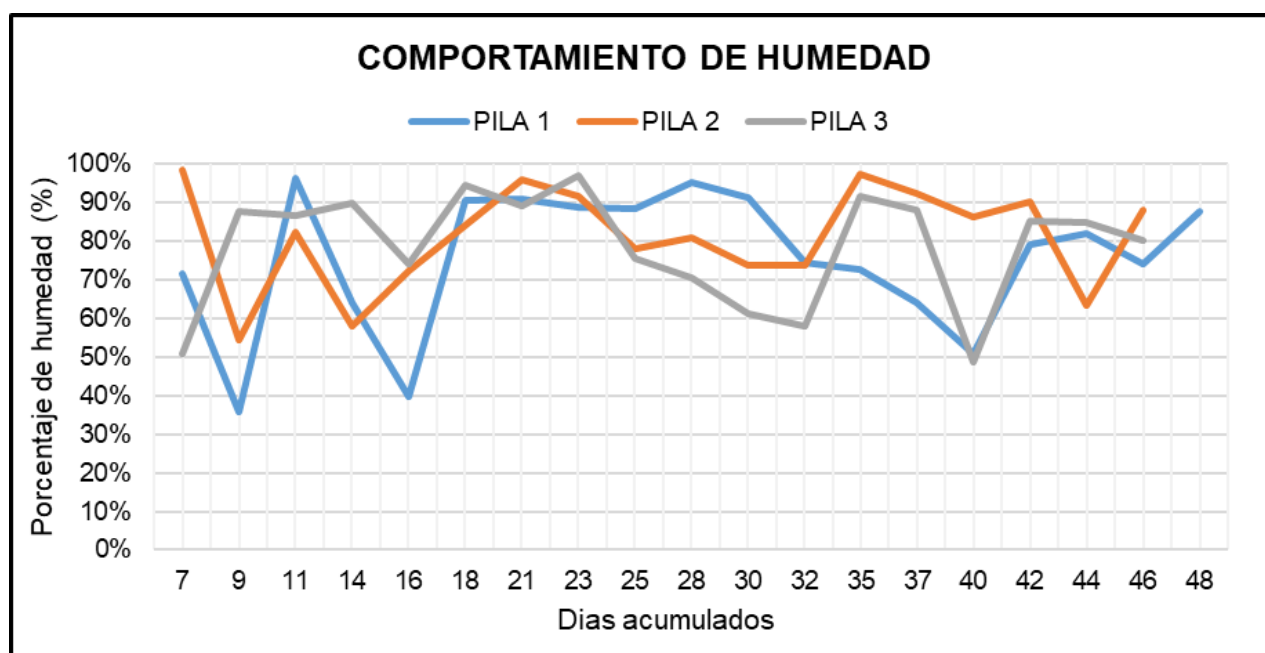
Según lo expuesto por Secretaria de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA) la variación de la temperatura a lo largo del proceso, se ve influenciada por la actividad microbiana que produce oxidaciones biológicas exotérmicas. En la fase mesófila que se da lugar en temperaturas hasta los 40°C, la diversidad microbiológica descompone compuestos orgánicos fácilmente biodegradables, como azúcares, aminoácidos y proteínas y en la fase termófila con temperaturas mayores a 50°C se da la degradación de compuestos más complejos como celulosa y lignina, como se había mencionado anteriormente (Tortosa, 2013).

A lo largo del proceso de compostaje las bacterias pueden desarrollarse en diferentes rangos de temperatura: Se pueden encontrar en la fase mesófila (20 a 40°C) y fase termófila (50 a 70°C); pero microorganismos como los hongos solo se pueden desarrollar a temperaturas no superiores a los 55°C. Por ende, las bacterias en la fase termófila son las responsables de generar energía calórica produciendo así el incremento de la temperatura en el material de partida (Silva *Et al.*, n.d.).

Finalmente, se puede deducir que después de haber pasado por una fase termófila, nuevamente vuelven a una fase mesófila porque las temperaturas descendieron por debajo de los 45°C, para el tratamiento A y C esto sucedió a los 23 días y para el tratamiento sin aplicación esta fase se dio hasta los 30 días de haber iniciado su proceso de descomposición, una vez pase esta fase da lugar al último proceso con la fase de maduración.

7.2 Humedad

Con respecto a esta variable, con los datos recopilados se puede determinar que en general las tres pilas durante todo el transcurso que duró la ejecución del proyecto presentaron una elevada humedad superando el 60% (Ver gráfica 2). Según, lo establecido por la FAO (2013) el proceso de compostaje al presentar porcentajes de humedad tan elevados tiende a hacer un proceso anaeróbico por la falta de oxígeno, para tener una humedad óptima los valores deben estar en un 55%, aunque depende del estado físico y tamaño del material de partida.



Grafica 2. Comportamiento de humedad por tratamiento. Fuente: Galvis, 2018

Al igual que la temperatura, la humedad es un factor que está estrechamente vinculado con los microorganismos. Según lo expuesto por Tortosa (2018), la humedad es un factor clave que regula el desarrollo de los microorganismos, además establece que un exceso de humedad produce anaerobiosis y no es favorable para el compostaje al ser éste un proceso aeróbico,

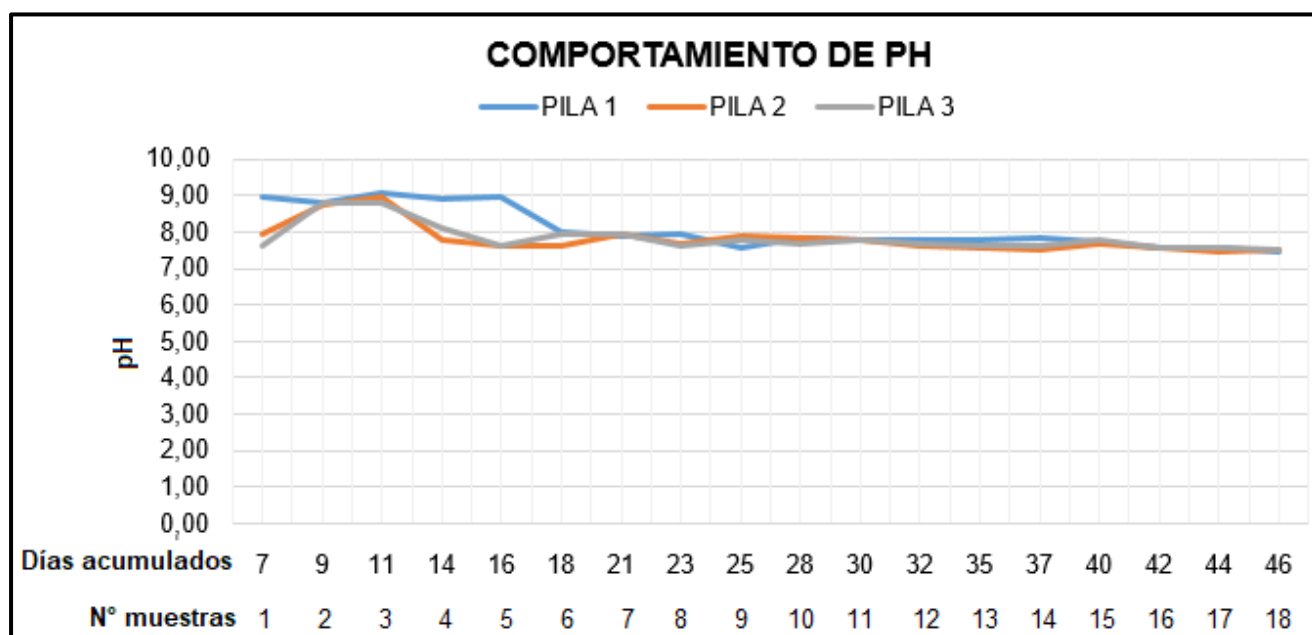
confirmando así lo planteado por la FAO; como se puede observar en la gráfica 2 los porcentajes de humedad se encontraron muy por encima del rango óptimo.

Por lo anterior, se puede decir que una de las causas que pudo haber generado la alta humedad fue la elevada cantidad de agua al momento de aplicar, ya que inicialmente se le suministraba 100 L de agua a las pilas 1 y 3. Por ende, a partir de la semana 38 y 39 calendario se optó por reducir el volumen de agua en las aplicaciones a una dosis de 50 L/pila, pero al no ver resultados favorables en las pruebas (Método de secado) realizadas en laboratorio para la semana 40 calendario se decidió no realizar ninguna aplicación, con esto se logró baja el porcentaje de humedad el cual se ve reflejado a los 40 días acumulados de las pilas 1 y 3 con porcentajes de 50,7% y 48,7 respectivamente, pero al retomar nuevamente las aplicaciones los porcentajes de humedad superaban el 60% y para el tratamiento B (Sin aplicación) los porcentajes siempre se salieron del rango óptimo. Por lo tanto, se puede deducir que estos valores elevados no solo dependían del volumen de agua al en las aplicaciones, sino también del material al compostar, puesto que el clavel es una planta que está compuesta aproximadamente en un 70-75% de agua.

7.3 pH

Para esta variable los valores entre 4,5 a 8,5 son los adecuados para el proceso de compostaje (FAO, 2013); como se observa en la Gráfica 3 los datos obtenidos en laboratorio durante todo el proceso nos indican que los 3 tratamientos hasta la toma de muestra #3 y con 16 días acumulados presentaban un pH elevado siendo estos de 9, 8,9 y 8,8 respectivamente; pero a partir de la muestra #5 se reguló el pH, puesto que los datos recopilados a partir de esta muestra estuvieron dentro del rango óptimo. Para esta variable y a comparación con el estudio realizado por por Castro, Daza, y Marmolejo (2016) titulado “*Evaluación de la adecuación de humedad en*

el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca” los resultados que se obtuvieron son favorables, dado que en el ensayo realizado en el Valle del Cauca, durante todo el proceso obtuvieron valores superiores a un pH de 9 y 10, saliéndose del rango óptimo que expone la FAO.



Grafica 3. Comportamiento de pH por tratamiento. Fuente: Galvis, 2018

El comportamiento del pH durante el proceso de compostaje tiende a bajar cuando se inicia la formación de ácidos orgánicos generados en la actividad microbiana degradando el material orgánico más frágil. Cuando se genera un aumento de pH con valores de 6 a 8 es debido a la degradación de compuestos ácidos y la mineralización de compuestos nitrogenados hasta la formación de amoníaco; por tanto, el pH es un factor que se toma en cuenta como parámetro para indicar la evolución del proceso (Tortosa, 2013).

Finalmente, Tortosa (2013) expone que a altas temperaturas y pH básicos son favorables para la perdida de amoníaco que suele ser toxico tanto para los microorganismos como para las plantas.

7.4 ANÁLISIS DE VARIANZA

En las siguientes tablas se puede observar el análisis estadístico utilizando la prueba de Fisher para cada una de las variables de estudio, los resultados analizados son el promedio de los datos recopilados de temperatura, pH y humedad sobre la población total de cada uno de los tratamientos y con esto determinar el valor de F calculado (F_c), el cual se compara con el valor de F teórico (F_t) que se obtiene de la tabla de Fisher con un nivel de confianza alfa (α) de 0,05.

Para la variable de humedad el análisis de varianza arrojó que el valor de F_c (Tabla 3), es inferior al F_t siendo este de 3,16 y por lo tanto se acepta la hipótesis nula, la cual dice que para esta variable todos los tratamientos son iguales. Para la variable de pH el análisis tampoco resalto ninguna diferencia estadística dado que los valores de F calculado y F tabulado fueron de 1,12 y 3,14 (Tabla 4), siendo $F_c < F_t$ y a comparación con el estudio realizado por Navia, Cordoba, Morales, y Alban (2013) donde compararon diferentes formulaciones de compostaje utilizando dentro de sus tratamientos microorganismos eficientes (EM-1) se tuvo similitud en ambos ensayos, porque para esta variable no hubo diferencia significativa. Finalmente, para la variable de temperatura no fue la excepción, dado que en el análisis tampoco arrojó diferencia significativa porque el F calculado (Tabla 5) fue de 2,21 y el F tabulado de 3,14, aceptando la hipótesis nula que dice que no existe ninguna diferencia significativa para los tres tratamientos.

Fuente de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamiento	2	367,04	183,52	0,70513
Error	54	14.054,24	260,26	
Total	56	14.421,28		

Tabla 3. Análisis de varianza de humedad. Galvis, 2018

Fuente de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamiento	2	205,77	102,89	2,21442
Error	63	2.927,09	46,46	
Total	65	3.132,86		

Tabla 4 Análisis de varianza de Temperatura. Galvis, 2018

Fuente de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamiento	2	0,48	0,24	1,12198
Error	54	11,61	0,22	
Total	56	12,09		

Tabla 5. Análisis de varianza de pH. Fuente: Galvis, 2018

8. CONCLUSIONES

La evaluación de los diferentes tratamientos con productos a base de microorganismos para la descomposición de material vegetal arroja que ninguno de ellos sobresalió, debido a que los resultados indicaron que los tres tratamientos tuvieron un comportamiento similar.

Al realizar una comparación entre los resultados obtenidos para las variables de temperatura, pH y humedad no se observó diferencia entre los tratamientos a pesar que uno de ellos (Tratamiento B) se manejó sin ninguna aplicación. Se evidencio, que a lo largo del seguimiento las tres pilas tuvieron similitud en los resultados para las variables de estudio.

En el análisis de varianza de un diseño completamente al azar en cada una de las variables evaluadas reflejó una aceptación de la hipótesis nula, es decir, que la comparación de medias ($\mu_{p1} = \mu_{p2} = \mu_{p3}$) para los tratamientos planteados son todos iguales y no muestra ninguna diferencia significativa. Sin embargo, el tratamiento que más volumen de material proceso hasta la semana 43 calendario fue la pila 3 (Tratamiento convencional) con un porcentaje de 80,9% frente a un 78,7% del tratamiento A y un 72,4% de la pila sin aplicación.

Finalmente, se concluye que el producto BIOCAR M.O al momento de procesar material vegetal de clavel no es muy eficiente frente a los productos Agroflux y EM-1 utilizados en la compañía Colibrí Flowers S.A. puesto que los resultados fueron similares.

9. RECOMENDACIONES

Montar una adecuada infraestructura (Invernadero) de tal forma que se puedan proteger las pilas de las precipitaciones, puesto que, con esta infraestructura se suprimiría la actividad de tapar y destapar las pilas con plástico. Adicionalmente, se sugiere la adquisición de una maquina picadora para acelerar el proceso de la descomposición.

Contar con equipos para trabajar en campo y poder medir en tiempo real la humedad que presentan las pilas y de esta forma decidir si se justifica aplicar o no. Además, en realización al manejo de los volteos, se recomienda tener una mejor logística de tal forma que los volteos se puedan realizar los días que son y asegurar una buena oxigenación a las pilas.

Realizar un análisis microbiológico durante y al final de los procesos, de tal forma que nos asegure que microorganismos se están desarrollando y realizar un análisis físico-químico que nos indique realmente que calidad de compostaje es el que se está produciendo en la compañía.

En un siguiente ensayo es adecuado tener en cuenta otras variables como la relación carbono-nitrógeno, oxigenación y la evaluación de más productos biológicos a base de microorganismos acelerantes para el proceso de compostaje.

BIBLIOGRAFÍA

Cardona, J., y García, L. (Diciembre de 2008). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LA CALIDAD DE UNA AGUA RESIDUAL DOMESTICO*. Obtenido de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis204.pdf>

Castro, G., Daza, M., y Marmolejo, L. (2 de Junio de 2016). *Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca* . Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/65483/1/53672-297646-1-PB.pdf>

BILOGICOS AGROINDUSTRIALES LTDA. (n.d.). *BIOCAR M.O.*

EM Producción y Tecnología S.A (n.d.). *Guia de la tecnología de EM*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>

EM. (n.d.). *Tecnología EM*. Obtenido de http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/informaciones_tecnicas_em1_ambiem.pdf

FAO. (2013). *MANUAL DEL COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR. Experiencias de America Latina*.

Fundases. (2018). *Botecología*. Obtenido de AgroGreen: <https://www.fundases.net/biotecnologias>

Fundases. (n.d.). *HOJA DE MANEJO EM-1 INÓCULO CONCENRADO PARA ACTIVACIÓN*.

González, N. (20 de Febrero de 2017). *Rhodopseudomonas palustris*. Obtenido de <http://losporquesdelanaturaleza.com/rhodopseudomonas-palustris/>

Infoagro. (n.d.). *EL COMPOSTAJE*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Lujan, E., y Alva, E. (Noviembre de 2015). *MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO*. Obtenido de https://www.academia.edu/19430526/Ensayos_de_laboratorio_para_clasificacion_de_suelos

Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino. (2009). *MANUAL DE COMPOSTAJE*.

Montoya, J., Henao, N., y Ramos, M. (Febrero de 2011). *NFLUENCIA DE DOS ACONDICIONADORES ORGÁNICOS DEL SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO DE UN POLICULTIVO DE MAÍZ Y FRÍJOL*. Obtenido de <http://revistaeidenar.univalle.edu.co/revista/ejemplares/10/i.htm>

Navia, C., Cordoba, Y., Morales, S., y Alban, F. p. (2 de Agosto de 2013). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES FORMULACIONES DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE COSECHA DE TOMATE (Solanum lycopersicum)*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa19.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). (n.d.). *Elaboración de composta*. Obtenido de <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A5d3bec6a-058c-401c-941b-8471d66438bd>

Silva, J., Lopez, P., & Valencia, P. (n.d.). *RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN FASE SÓLIDA A TRAVÉS DEL COMPOSTAJE*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>

Sztern, D., y Pravia, M. (n.d.). *MANUAL PARA LA ELABORACION DE COMPOST, BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS.*

BILOGICOS AGROINDUSTRIALES LTDA. (n.d.). *BIOCAR M.O.*

Castro, G., Daza, M., & Marmolejo, L. (2 de Junio de 2016). *Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca* . Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/65483/1/53672-297646-1-PB.pdf>

Lujan, E., & Alva, E. (Noviembre de 2015). *MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO.* Obtenido de https://www.academia.edu/19430526/Ensayos_de_laboratorio_para_clasificacion_de_suelos

Navia, C., Cordoba, Y., Morales, S., & Alban, F. p. (2 de Agosto de 2013). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES FORMULACIONES DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE COSECHA DE TOMATE (Solanum lycopersicum).* Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa19.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). (n.d.). *Elaboración de composta.* Obtenido de <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A5d3bec6a-058c-401c-941b-8471d66438bd>

Silva, J., Lopez, P., & Valencia, P. (n.d.). *RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN FASE SÓLIDA A TRAVÉS DEL COMPOSTAJE*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>

Tortosa, G. (12 de Agosto de 2013). *Microbiología del compost según la temperatura del compostaje*. Obtenido de <http://www.compostandociencia.com/2013/08/microbiologia-del-compost-segun-la-temperatura-del-compostaje-html/>

Tortosa, G. (2018). *La humedad influye más en la actividad microbiana del compost que su temperatura*. Obtenido de <http://www.compostandociencia.com/2018/02/la-humedad-influye-mas-en-la-actividad-microbiana-del-compost-que-su-temperatura/>

Villada, L. S., y Torres, J. A. (Febrero de 2013). *Manual de compostaje*. Obtenido de Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá.