

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA Y ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS
PILAS DE COMPOSTAJE CREADAS A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGANICOS Y
RESTOS DE PODA QUE SE GENERAN EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE
TIBASOSA – BOYACÀ.**

KAREN DAYANNA FONSECA ZEA

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2021**

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA Y ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LAS
PILAS DE COMPOSTAJE CREADAS A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGANICOS Y
RESTOS DE PODA QUE SE GENERAN EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE
TIBASOSA - BOYACÀ**

KAREN DAYANNA FONSECA ZEA

FRANK JIMY GARCIA NAVARRETE

Ingeniero Agrícola

Director Pasantía

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD INGENIERIA
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2021

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO

1.	TITULO DE LA INVESTIGACION	5
2.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
2.1.	<i>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</i>	5
2.2.	<i>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</i>	6
3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
3.1.	<i>OBJETIVO GENERAL</i>	7
3.2.	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	7
4.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
4.1.	<i>JUSTIFICACIÓN</i>	7
4.2.	<i>DELIMITACIÓN</i>	9
5.	MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
5.1.	<i>MARCO TEÓRICO</i>	10
5.2.	<i>MARCO CONCEPTUAL</i>	17
5.3.	<i>MARCO LEGAL</i>	19
5.4.	<i>MARCO HISTÓRICO</i>	21
6.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
7.	DISEÑO METODOLÓGICO	22
8.	FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....	24
8.1.	<i>FUENTES PRIMARIAS</i>	24
8.2.	<i>FUENTES SECUNDARIAS</i>	25
9.	RECURSOS	25
10.	CRONOGRAMA.....	28
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
11.1.	FASE I: TRABAJO TEORICO Y DE CAMPO.....	29
11.2.	FASE II: TRABAJO EXPERIMENTAL Y DE LABORATORIO.....	29
11.3.	FASE III: TRABAJO DE REDACCIÓN, FINALIZACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO.....	33
12.	REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)	37

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros en el proceso de compostaje	12
Tabla 2. Marco legal.	19
Tabla 3. Parámetros Fisicoquímicos Iniciales.	23
Tabla 4. Parámetros Fisicoquímicos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Parámetros Fisicoquímicos.....	24
Tabla 6. Microorganismos a analizar.	24
Tabla 7. Recursos Humanos.	25
Tabla 8. Recursos Físicos.	26
Tabla 9. Recursos Financieros.....	26

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. TITULO DE LA INVESTIGACION

CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS PILAS DE COMPOSTAJE CREADAS A PARTIR DE RESIDUOS ORGANICOS Y RESTOS DE PODA GENERADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TIBASOSA - BOYACÁ

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La alta generación de residuos relacionada con el crecimiento poblacional y la cultura del consumismo no es un tema ajeno en el municipio de Tibasosa, para inicios del 2021 aún no se realizaba una separación en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios, se cuenta con una asociación de recicladores que no poseen la capacidad para el manejo de los residuos reciclables generados en el municipio, evidenciando esto en casi un 20% de materiales aprovechables que siguen llegando al relleno sanitario y la inexistencia de procesos de tratamiento para residuos orgánicos que son alrededor del 45%.

Por otra parte, la disposición de estos residuos en los rellenos sanitarios representa una pérdida de material con potencial de aprovechamiento o tratamiento y contaminación ambiental de suelos, aguas subterráneas y superficiales y el aire, por la generación de gases y lixiviados con altas cargas contaminantes. De igual forma la falta de gestión de residuos sólidos en temas de aprovechamiento implica que la vida útil de los rellenos sanitarios se agote rápidamente, generando problemas de salud pública y los sitios aptos para este fin son escasos, su montaje y operación genera graves conflictos ambientales y sociales.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Para inicios del año 2021, se implementó un plan de recolección y aprovechamiento de los residuos orgánicos, siendo esto un objetivo dentro del PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos) municipal, gracias a que Empresas Municipales de Tibasosa en el año 2020 realizó estudios preliminares sobre la generación de residuos sólidos, desarrollando jornadas de caracterización en las cuales se identificó que en el área urbana el 44,85% de los residuos generados es material orgánico y el 19,83% es aprovechable (plástico, papel y cartón, aluminio, PET), lo cual permite identificar un gran potencial para el aprovechamiento de estos residuos ya que se proyecta una generación de residuos orgánicos de más de 25 Ton/mes y más de 311 Ton/año y para su aprovechamiento, se vio necesaria la implementación de una planta piloto de compostaje, que consta de 3 pilas ubicadas sobre unas planchas de lixiviados, que para la fecha ya producen compost.

Sin embargo; no se lleva un control específico de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las pilas de compostaje que permita valorar y evaluar el proceso completo, para tener claridad en la calidad actual del compost, indicando si a este se le puede dar un posible uso como abono orgánico lo cual es necesario para el buen desarrollo de las actividades ornamentales que se desarrollan dentro de la empresa.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características fisicoquímicas actuales que posee el compost que se produce en el municipio de Tibasosa – Boyacá, cumple con las condiciones para su posible uso como abono orgánico y que microorganismos están interactuando dentro de las fases del proceso de la degradación de materia orgánica?

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar caracterización fisicoquímica y análisis microbiológico de las pilas de compostaje, para evaluar si el material producido en el municipio de Tibasosa – Boyacá, presenta las condiciones aptas, permitiendo un aprovechamiento como abono orgánico en los procesos ornamentales con los que cuenta la empresa EMT (Empresas Municipales de Tibasosa).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar una cuantificación de la materia prima que ingresa a las pilas, con el fin de saber el porcentaje de reducción del material orgánico.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas del compost, que permitan demostrar el estado en que se encuentran las propiedades para su aprovechamiento como abono orgánico.
- Establecer un análisis microbiológico donde se identifiquen los principales microorganismos interactúan en cada una de las etapas del compostaje.
- Realizar recomendaciones frente al proyecto del compostaje a la entidad municipal de Tibasosa (EMT), para que la empresa de servicios públicos tenga conocimiento de cada uno de los criterios que se deben tener en cuenta a la hora de catalogar abono como orgánico y las pertinentes dentro de las etapas del proceso.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Tibasosa cuenta con un prestador del servicio público de aseo, Empresas Municipales de Tibasosa E.S.P., el cual presta el servicio público de aseo en el área urbana y parte del área rural. Empresas municipales de Tibasosa se caracteriza por tener como eje fundamental la conservación del medio ambiente y el bienestar de los habitantes, igualmente se ha propuesto

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

incorporar procesos de economía circular que beneficien a la comunidad, a la empresa y al medio ambiente.

La generación de residuos sólidos en el municipio de Tibasosa se ha convertido en un tema de gran importancia no solo por las implicaciones ambientales de esta actividad antrópica inherente al ser humano, sino también por las consecuencias que ha generado en la salubridad del municipio debido a que en el año 2015 se presentó una contingencia sanitaria, identificada como la acumulación de basuras en el municipio, por el cierre del relleno sanitario terrazas del porvenir, ubicado en el municipio de Sogamoso, en el cual se disponen los residuos generados y que para ese entonces fue necesario el desplazamiento hasta el relleno sanitario PIRGUA, ubicado en la ciudad de Tunja, lo cual generó un alza en los costos de transporte.

Actualmente el municipio de Tibasosa cuenta con un PGIRS vigente actualizado con todos los programas y proyectos para la gestión adecuada de residuos sólidos y con este proyecto se pretende materializar el trabajo de años anteriores en sensibilizaciones y capacitaciones, ya que, como el cronograma establece, en el 2021 se implementará la ruta selectiva de recolección de residuos sólidos, lo cual permitirá dar un paso hacia el tratamiento y el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

Con este proyecto se busca maximizar el uso de los desechos generados en el municipio de Tibasosa, minimizando así la basura, protegiendo el sitio de disposición final que en este caso es el relleno sanitario Terrazas del Porvenir, así como también ayudando a proteger y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, y limitar costos, en cuanto a las tarifas del servicio público de aseo, en este caso la tarifa por tonelada dispuesta en el relleno sanitario.

Sabiendo que es necesaria la caracterización de los residuos para la obtención de resultados positivos por el compostaje, el municipio aún no realiza estudios pertinentes que demuestren que el compost obtenido es apto para la preparación de los suelos, en la entrega de macro y

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

micronutrientes a las plantas, el cual es utilizado para la plantación de los jardines municipales, es por esto que se requiere el debido estudio fisicoquímico y microbiológico y con esto poder conocer los factores actuales y las condiciones que deben ser modificadas para alcanzar la calidad óptima del compost, siendo esto un factor importante para que la empresa EMT pueda dejar consolidado el proyecto en el municipio.

4.2. DELIMITACIÓN

ESPACIO: El proyecto propuesto está ubicado en el municipio de Tibasosa, en el departamento de Boyacá, en las siguientes coordenadas, Latitud: 5.74615 Longitud: -73.0011 Latitud: 5° 44' 46" Norte Longitud: 73° 0' 4" Oeste, en la Planta de Tratamiento de aguas residuales, con coordenadas, Latitud 5°45'06" N y Longitud 72°59'23" W.

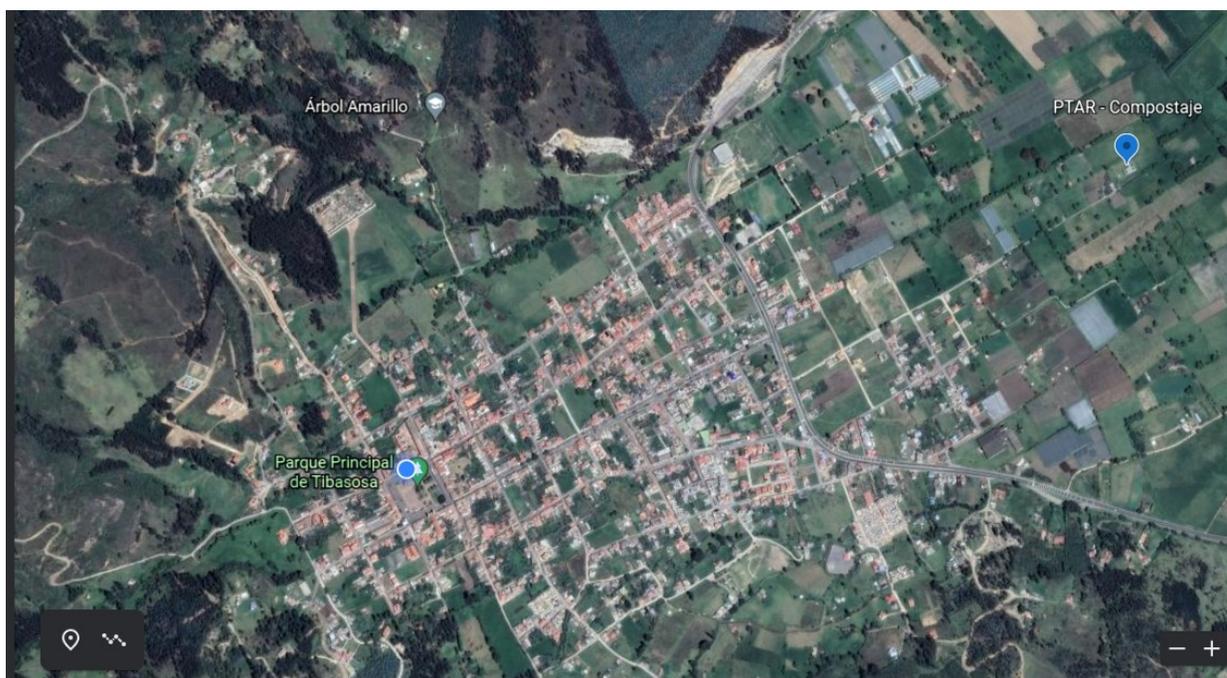


Ilustración 1. Mapa de Tibasosa – Boyacá, PTAR – Compostaje.

Fuente: Google Earth, 2021.

TIEMPO: El proyecto se ejecutará dentro de las limitaciones de tiempo permisibles de la universidad, siendo que para las pasantías no puede exceder las 480 horas.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

RECURSOS: Para la caracterización del proyecto, es necesaria la utilización de equipos, tales como termómetro y balanza, personal adecuado para dar respuesta a los parámetros que requiere el buen desarrollo del compostaje, como el equipo de ornato, que los proporciona la empresa de servicios públicos EMT, también los laboratorios de la universidad, personal encargado y tutores.

ACADÉMICO: Para la ejecución del proyecto se contará con el tutor de la universidad que coordinará la orientación del proyecto, los laboratorios e instalaciones de la universidad necesarias, así como también el uso de la página de la biblioteca.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la política de gestión de residuos, el aprovechamiento de los residuos consta de una serie de etapas de forma continua que ayudan a generar y a procesar el compost. La materia prima para este proceso es un residuo y se entiende que el tratamiento del mismo tiene como objetivo evaluar u obtener un producto que será utilizado de manera directa, así como también incorporar estos residuos al ciclo económico de manera transformada y darle un valor comercial que genere beneficios a favor de la empresa y de la comunidad en las áreas y actividades que lo requieran.

El compostaje se entiende, además, como un proceso biológico, donde ocurre la descomposición de materia orgánica por medio de las acciones metabólicas que realizan los microorganismos en condiciones anaerobias y los responsables de la conversión de los residuos, por lo que todos los factores que puedan limitar su desarrollo también limitarán el proceso en sí; razón por la cual es necesaria la caracterización de algunos parámetros que necesariamente tienen que ser evaluados y en algún caso ser ajustados al inicio para asegurar el buen desarrollo del compostaje.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Los microorganismos juegan un papel clave durante todo el proceso de compostaje y la maduración del compost ya que son los responsables por el aumento de temperatura durante el proceso de compostaje que reduce los patógenos vegetales y animales y las malezas. La presencia de determinados microorganismos con diferentes capacidades enzimáticas refleja la evolución del proceso de compostaje y da como resultado un compost de calidad con valor agregado, dentro de los microorganismos interactúan las bacterias que se caracterizan por tener una alta versatilidad metabólica y los hongos que tienen la capacidad de utilizar muchos sustratos de carbono diferentes como fuentes de alimento y sobreviven en diferentes condiciones, incluidas las secas y ácidas o condiciones de bajo nitrógeno, según la literatura, la abundancia y diversidad durante el compostaje depende de (entre otros factores) las materias primas iniciales, la temperatura, la concentración de oxígeno, el contenido de humedad y el pH y la relación carbono / nitrógeno, esta materia prima inicial es la encargada de llevar los nutrientes necesarios para alimentar a los microorganismos y proporcionar un entorno adecuado para ellos. [Hernández Lara, y otros, 2021]

Además de esto, el proceso del compostaje también depende de factores ambientales los cuales deben estar presentes en cada fase para evitar un impacto negativo en todo el proceso y están distribuidas en 4 etapas: fase mesófila, fase termófila, fase de enfriamiento y fase de maduración. [Pardo, 2017]

Fase mesofila: Se inicia el proceso de descomposición de los residuos integrados en las pilas de compostaje a una temperatura no mayor a los 40°C, gracias a la actividad metabólica de las bacterias *Bacillus* y *Thermus*, entre otras y no solo elevan la temperatura, sino que también degradan azúcares y aminoácidos, aumentando los niveles de acidez y disminuyendo el pH del compost. [Pardo, 2017]

Fase Termófila: Se presenta el mayor aumento en la temperatura, con un rango entre 40° a 60°C y es en esta donde las bacterias *Actinomicetos* y *Esporigenas* degradan las ceras, hemicelulosas y proteínas. [Pardo, 2017]

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Fase de Enfriamiento o mesofila 2: La temperatura empieza a disminuir y aparecen de nuevo las bacterias que terminan por degradar algunos compuestos. A temperaturas menores de 60°C y mayores a los 40°C se degradan celulosas por la actividad metabólica de los hongos *Aspergillus*, y con temperaturas menores a los 40°C se presenta la degradación de ligninas por parte de los hongos *Mucor*, así como también una disminución en el pH significativo. [Pardo, 2017]

Fase de Maduración: Siendo la última fase del compost, se deja descansar a temperatura ambiente, evitando el contacto con lluvias, se estabiliza el humus, disminuye la toxicidad y el consumo de oxígeno o la necesidad de volteo evitando la aireación. [Pardo, 2017]

Dentro del proceso del compostaje existen algunos parámetros que son necesarios caracterizar y evaluar, dentro de los rangos permisibles, están los siguientes:

Tabla 1. Parámetros en el proceso de compostaje.

Parámetro	Rango Ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termófila (2 – 5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3 – 6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	-10%	-10%	-10%
Tamaño de la partícula	<25 cm	-15 cm	<1,6 cm
pH	6,50 – 8,00	6,00 – 8,50	6,00 – 8,50
Temperatura	45 – 60 °C	45° - Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250 – 400 kg/m ³	< 700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia Orgánica (Base seca)	50% - 70%	< 20 %	>20%
Nitrógeno total (Base seca)	2,5 – 3%	1 – 2%	-1%

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Fuente: ROMAN, Pilar; MARTINEZ, María M.; PANTOJA, Alberto. Manual de Compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina, Santiago de Chile, 2013. p. 31.

Monitoreo durante el proceso de compostaje:

STH de LaMotte: Es un equipo profesional que se encarga de procesar muestras para análisis de suelos, se utiliza para realizar pruebas como el pH, macro y micro nutrientes, entre otros, el método de prueba que utiliza este equipo es el de tabla de colores con excepción del potasio, además de que las pruebas que lo integran son capaces de medir la cantidad relativa de nutrientes que están disponibles en el suelo.

Para el desarrollo de las caracterizaciones fisicoquímicas se emplean métodos que permitan identificar la clasificación de cada valor encontrado en los análisis y para esto se presenta la siguiente tabla de cumplimiento y de seguimiento acorde a los valores que resulten de cada análisis, adicional a esto se presentarán las ecuaciones que serán utilizadas en el desarrollo de cada parámetro si lo requiere.

Tabla 2. Clasificación para la caracterización.

PARAMETRO	CLASIFICACIÓN		ECUACIÓN
Humedad	Lectura	%	$pw(\%) = \frac{(Pmh - Pc) - (Pms - Pc) * 100}{(Pms - Pc)}$
	Baja	<40	
	Medio (ideal)	30-60	
	Alta	> 60	
Temperatura	Lectura	°C	NA
	Mesofílica o de latencia.	T° Amb. Hasta 40°C	
	Termófila	40 a 70°C	

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	Maduración	18 a 22 °C	
pH	pH	Clase de acidez	NA
	1,0 - 3,5	Ultra ácido	
	3,5 - 4,5	Extremadamente ácido	
	5,0 - 4,5	Muy fuertemente ácido	
	5,5 - 5,0	Fuertemente ácido	
	6,0 - 5,5	Moderadamente ácido	
	6,5 - 6,0	Ligeramente ácido	
	7,5 - 6,5	Neutro	
	7,5 - 8,0	Ligeramente alcalino	
	8,0 - 8,5	Moderadamente alcalino	
	8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino	
	9,0 -14,0	Muy fuertemente alcalino	
Materia Orgánica	Para compost intermedio o maduro.		$MO(\%) = CO\% * 1,724$
	Lectura	%	
	Ideal (Fase de maduración)	>20	
	Ideal (Fase mesófila y termófila)	30-60	
Carbono Orgánico	Lectura	%	$\%C. O = \frac{(Bp - M) * N * 0,003 * (100 + pw)}{pm}$
	Bajo	<20	
	Medio	20-25	
	Alto	> 25	

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Relación C:N	Lectura	ppm	NA
	Alto	>20:1	
	Medio (ideal)	10:1 – 20:1	
	Bajo	<10:1	
Calcio	Lectura	ppm	NA
	Muy Bajo	75	
	Bajo	175	
	Medio	350	
		500	
	Alto	700	
	Muy Alto	1400	
Potasio	Lectura	ppm	NA
	Muy Bajo	50	
		60	
	Bajo	70	
	Medio	80	
		90	
	Alto	110	
	Muy Alto	150	
200			
Fosforo	Lectura	ppm	NA
	Muy bajo	5	
		12,5	
	Bajo	25	

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	<table border="1"> <tr><td>Medio</td><td>37,5</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>50</td></tr> <tr><td>Muy alto</td><td>75</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> </table>	Medio	37,5	Alto	50	Muy alto	75		100					
Medio	37,5													
Alto	50													
Muy alto	75													
	100													
Magnesio	<table border="1"> <tr><td>Lectura</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Bajo</td><td><5</td></tr> <tr><td>Medio</td><td>12</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>25</td></tr> <tr><td>Muy Alto</td><td>>40</td></tr> </table>	Lectura	ppm	Bajo	<5	Medio	12	Alto	25	Muy Alto	>40	NA		
Lectura	ppm													
Bajo	<5													
Medio	12													
Alto	25													
Muy Alto	>40													
Azufre	<table border="1"> <tr><td>Lectura</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Muy Bajo</td><td>< 3</td></tr> <tr><td>Bajo</td><td>3-6</td></tr> <tr><td>Medio</td><td>6-12</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>12-15</td></tr> <tr><td>Muy Alto</td><td>>15</td></tr> </table>	Lectura	ppm	Muy Bajo	< 3	Bajo	3-6	Medio	6-12	Alto	12-15	Muy Alto	>15	NA
Lectura	ppm													
Muy Bajo	< 3													
Bajo	3-6													
Medio	6-12													
Alto	12-15													
Muy Alto	>15													
Aluminio	<table border="1"> <tr><td>Lectura</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Muy Bajo</td><td>< 5</td></tr> <tr><td>Bajo</td><td>10</td></tr> <tr><td>Medio</td><td>30</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>80</td></tr> <tr><td>Muy Alto</td><td>>125</td></tr> </table>	Lectura	ppm	Muy Bajo	< 5	Bajo	10	Medio	30	Alto	80	Muy Alto	>125	NA
Lectura	ppm													
Muy Bajo	< 5													
Bajo	10													
Medio	30													
Alto	80													
Muy Alto	>125													
	<table border="1"> <tr><td>Lectura</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Muy Bajo</td><td>< 5</td></tr> </table>	Lectura	ppm	Muy Bajo	< 5	NA								
Lectura	ppm													
Muy Bajo	< 5													

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Nitrógeno Amoniacal	Bajo	10	
	Medio	40	
	Alto	100	
	Muy Alto	150 >	
Nitrógeno	Lectura	%	NA
	Bajo	<1,0	
	Medio (ideal)	1,0-2,5	
	Alto	>2,5	

5.2. MARCO CONCEPTUAL

Residuo sólido: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la Empresa de Servicios Públicos. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.

Residuos Sólidos Orgánicos: Son residuos que se descomponen naturalmente, presentan la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica [Mantra 2014].

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Servicio público de aseo: Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos.

Pequeños generadores o productores: Son los suscriptores y/o usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen menor a un metro cúbico mensual.

Poda de árboles: Es la actividad del servicio público de aseo que consiste en el corte de ramas de los árboles, ubicado en áreas públicas sin restricciones de acceso, mediante el uso de equipos manuales o mecánicos. Se incluye la recolección y transporte del material obtenido hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento o disposición final

Presentación de los residuos sólidos: Es la actividad del usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte de la Empresa de Servicios Públicos. La presentación debe hacerse, en el lugar e infraestructura prevista para ello, bien sea en el área pública correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de multiusuarios y grandes productores.

Tratamiento: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.

Plan de gestión integral de residuos sólidos, PGIRS: Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados. Corresponde a la entidad territorial la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del P.G.I.R.S.

5.3. MARCO LEGAL

Tabla 3. Marco legal.

REQUISITO	AÑO DE EMISIÓN	DESCRIPCIÓN	INFLUENCIA
Decreto 2981	2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Este documento es de tipo Decretos y pertenece a Normatividad del Marco Legal de la Entidad.	Este decreto influye dentro del proyecto ya que habla de las formas de aprovechamiento con base al servicio público de aseo que presenta la empresa EMT dentro del municipio.
CONPES 3530	2008	Lineamientos y Estrategias para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el Marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	El CONPES dirige y guía a la empresa EMT en el tema de gestión integral de residuos sólidos y el aprovechamiento de los mismos.
LEY 142	1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Este decreto incide dentro del proyecto ya que describe las formas de aprovechamiento en base al servicio público de aseo que presenta la empresa EMT

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

			dentro del municipio.
Decreto 2820	2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales	Este decreto interactúa con la necesidad de las licencias ambientales y normas necesarias en la producción de compost.
Ley 99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Este decreto repercute en el proyecto ya que menciona la necesidad de las licencias ambientales y normas necesarias en la producción del compost.
Resolución 352	2005	Por la cual se definen los parámetros para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y se dictan otras disposiciones.	Esta resolución contribuye con el desarrollo del proyecto, ya que, con las actividades de aprovechamiento, se pretende bajar la tarifa de aseo, por la disminución de residuos depositados en el relleno sanitario.
Decreto 1713	2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en	Este decreto indica cuales son las formas de aprovechamiento de los residuos sólidos y de las garantías que se deben cumplir en cuanto a la salud humana.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

		relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos	
--	--	--	--

Fuente: Autor

5.4. MARCO HISTÓRICO

Desde la prehistoria, los seres humanos han utilizado los recursos naturales para su propia supervivencia y crear elementos que los ayuden a mejorar su estilo de vida y condiciones en un entorno difícil y adverso. Entre estos recursos, los más importantes son los alimentos y la madera, que en la descomposición de los residuos que se generan en esa época no generó impacto alguno al ambiente. [Arkiplus, 2021]

Con el pasar de los años, el ser humano evolucionó de manera significativa, así como también en gran masa los centros urbanos y con esto la extracción y transformación de los recursos naturales, dando lugar a las primeras industrias que fueron la metalurgia, cerámica y productos químicos como yeso o cal y como resultado a esto, una difícil eliminación de los residuos que se generaban en estos procesos productivos, formando los primeros vertederos, que eran depositados en las mismas ciudades, lo que empezó a originar problemas de plagas como las pulgas y los roedores que son los causantes de las enfermedades dentro de la salud pública. [Antecedentes]

Hasta el siglo XVIII aún no se aplicaban medidas de control en la disposición de los residuos domiciliarios y es allí cuando se crean por primera vez las redes de alcantarillado, sin aún tener una visión de mejorar el medio ambiente, incluso para mediados del siglo XX aún no se consideraba un problema ambiental ni de salud pública la mala disposición de los residuos sólidos domiciliarios.

En Colombia los residuos orgánicos domiciliarios ocupan un 70 % del volumen de desechos generados, es por esto que para el año 1994 se establece la ley 142 que nos habla del régimen de los servicios públicos domiciliarios, para luego ser modificada parcialmente por la ley 632 del

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2000, que ya hace como obligación la recolección de los residuos sólidos de los municipios, también como formas de salvaguardar y alargar más la vida de los rellenos sanitarios ya que el aumento de la población y el mal manejo administrativo de los mismos, se pueden ocasionar problemas ambientales y a la salud pública. [Jaramillo Henao & Zapata Márquez, 2008]

Para el año 2002, la importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a coger fuerza y es por esto que se expide el decreto 1713 del ministerio de desarrollo y el ministerio de ambiente, que obliga a los municipios establecer un PGIRS, como una herramienta de gestión, donde se incluyan actividades de aprovechamiento y reciclaje como lo es el compostaje.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se enfoca en 2 tipos de investigación, inicialmente, experimental, ya que analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes y longitudinal porque se comparan datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

En este estudio se quiere realizar la caracterización fisicoquímica y el análisis microbiológico del compost, desde la recolección de los residuos orgánicos, sus etapas de maduración, hasta el momento de obtener el producto final, teniendo como apoyo los documentos del IGAC (Métodos analíticos de laboratorio de suelos) que rigen este proceso, con cada uno de los indicadores, a partir de las diferentes muestras y estudios que se requieran para verificar la calidad del compost producido.

La investigación que se realizará es de tipo longitudinal y experimental, ya que la misma busca comparar y analizar datos en las diferentes etapas en las que se comporta el compostaje y con esto poder mejorar o continuar los procesos que lleva a cabo la empresa EMT.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Con el fin de lograr los objetivos propuestos en el proyecto, se describe a continuación el diseño metodológico que se desea realizar, dividido en 3 fases.

FASE I: Trabajo Teórico y de Campo.

FASE II: Trabajo Experimental y de Laboratorio.

FASE III: Trabajo de Redacción, finalización y resultados del proyecto.

Fase I: Recolección de datos y literatura del compost, además de datos relevantes que se otorgue por parte de la empresa, así como también las primeras visitas y seguimiento a la disposición y separación de los residuos sólidos orgánicos, temperatura, humedad y cuantificación de los residuos sólidos entrantes a las pilas de compost.

Fase II: Se realiza seguimiento a las características fisicoquímicas y los microorganismos presentes, con ayuda de la recolección de las muestras y siendo llevadas al laboratorio, enumeradas a continuación:

Tabla 4. Parámetros Fisicoquímicos Iniciales.

PARAMETROS	RECURSOS
Humedad (%)	Prueba de Puño - Laboratorio ECCI - Método cuantificación gravimétrica.
Temperatura (°C)	Termómetro de la empresa EMT.
pH (potencial de hidrogeno)	Laboratorio ECCI – Potenciómetro
Contenido de materia orgánica	Laboratorio ECCI - método calcinación
Carbono Orgánico (C)	Laboratorio ECCI
Nitrógeno (N)	Laboratorio ECCI – método por carbono orgánico.
Relación (C: N)	Laboratorio ECCI – método proporciones Carbono / Nitrógeno
Determinación de macro y micronutrientes.	Laboratorio ECCI - Kit análisis de suelos

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Fuente: Autor.

Adicional a esto, la empresa EMT ya realiza extracción del abono, es por esto que se quiere determinar características con las con las que finaliza el proceso del compostaje, para que se pueda utilizar en las diferentes actividades ornamentales de las que están encargados y se catalogue como un buen abono orgánico, enumeradas a continuación:

Tabla 5. Parámetros Fisicoquímicos.

PARAMETROS	RECURSOS
Aluminio Intercambiable	Laboratorio ECCI – método por titulación
Nitrógeno amoniacal	Laboratorio ECCI - kit de análisis de suelos

Fuente: Autor.

Para el análisis microbiológico en cada fase, se realiza las siguientes siembras en agar para la obtención de las bacterias y hongos que pueden estar presentes en el compost.

Tabla 6. Microorganismos a analizar.

PARAMETROS	RECURSOS
Bacterias	Laboratorio ECCI – Siembra en Agar Nutritivo
Hongos	Laboratorio ECCI – Siembra en Agar Sabouraud o PDA

Fuente: Autor.

8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

8.1. FUENTES PRIMARIAS

La fuente de información primaria para el desarrollo del proyecto, es la empresa de servicios públicos de Tibasosa - Boyacá - EMT.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Los operarios y funcionarios de la empresa que trabajan para el proyecto actual en el municipio, ya que durante el proceso inicial fueron los encargados de realizar las respectivas caracterizaciones de los residuos sólidos y en aras a un aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos más efectivo dentro del municipio.

8.2. FUENTES SECUNDARIAS

Cartillas y/o manuales que guíen el enfoque y desarrollo del proyecto.

Normatividad y documentos que indiquen el proceso de instauración y desarrollo del compostaje, así como también el manejo de las propiedades y características óptimas para el uso como abono orgánico, como los documentos del IGAC (2006) que permiten verificar y comparar los datos obtenidos de las muestras en el laboratorio.

9. RECURSOS

Tabla 7. Recursos Humanos.

Nº	Nombres	Cargo
1	Efraín Arias Guarín	Gerente
2	Paola Andrea Ibáñez	Profesional de Apoyo
3	Frank Jimmy García	Docente y Director del proyecto
4	Karen Dayanna Fonseca	Pasante
5	Fredy Melo	Operario
6	Nelson Fonseca	Operario
7	Augusto Castro	Operario

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8	Equipo de Ornato	Operarios
---	------------------	-----------

Fuente: Autor.

Nota: La tabla anterior enumera los recursos humanos necesarios para la elaboración del proyecto, ubicado en la PTAR del municipio de Tibasosa – Boyacá.

Tabla 8. Recursos Físicos.

DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS FÍSICOS	
1	Predio donde se está realizando el proyecto (PTAR).
2	Instalaciones de la Empresa de Servicio Público de Aseo EMT.
3	Herramientas para los operarios en función del proyecto.
4	Termómetro de la empresa EMT.
5	Pesa digital de la empresa EMT.
6	Kit Portátil de análisis de Suelos, Universidad ECCI.
7	Laboratorio de Química de la Universidad ECCI.
8	Laboratorio de Biología de la Universidad ECCI.

Fuente: Autor.

Nota: La tabla anterior enumera los recursos físicos necesarios para la elaboración del proyecto, ubicado en la PTAR del municipio de Tibasosa – Boyacá.

Tabla 9. Recursos Financieros.

DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS	
1	Operarios que están encargados de la recolección, disposición,

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	mantenimiento y manejo de maquinaria necesaria para el proceso productivo del compost.
2	Mantenimiento de la maquinaria.
3	Insumos (microorganismos).
4	Herramientas y EPPS para los operarios encargados.
5	Transporte y traslados hacia Bogotá.
6	Bolsas ziploc.
7	Guantes de Nitrilo.

Fuente: Autor.

Nota: La tabla anterior enumera los recursos financieros necesarios para la elaboración del proyecto, ubicado en la PTAR del municipio de Tibasosa – Boyacá.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN				Código: IN-IN-001 Versión:01	
	Proceso: Investigación		Fecha de emisión: 22-Nov-2009		Fecha de versión: 22-Nov-2009	

10. CRONOGRAMA

TIEMPO (MES) ACTIVIDADES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	ABRIL
Recolección de información del proyecto adelantado por parte de EMT.							
Análisis y recopilación de datos congruentes de la información otorgada.							
Seguimiento a las rutas de recolección y a la adecuada disposición de los residuos orgánicos en cada una de las pilas.							
Seguimiento y control de la humedad por método manual y la temperatura, para verificar una adecuada operación y las etapas en las que se encuentra cada pila.							
Cuantificación y caracterización de los residuos entrantes a las pilas de compost.							
Realizar la toma y almacenamiento de las muestras.							
Procesar las muestras, por medio de la caracterización fisicoquímica mediante el laboratorio de la universidad ECCI.							
Realizar correcciones dentro del proceso del compostaje si es necesario.							
Construcción del documento final del proyecto con el apoyo del docente tutor.							
Realizar mejoras si es pertinente al documento final del proyecto según indicaciones del tutor.							
Entrega de resultados y recomendaciones al gerente de la empresa EMT.							
Presentación del proyecto al comité respectivo de la Universidad.							

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. FASE I: TRABAJO TEÓRICO Y DE CAMPO.

Se realiza, el seguimiento y control de las variables humedad y temperatura a las pilas de compostaje por medio de formatos estructurados e implementados dentro de la empresa (Anexo 1), así como también la cuantificación de la materia prima evidenciada en los siguientes resultados:

Tabla 10. Datos de la cuantificación de la materia orgánica.

MO mensual	1,299 kg – 1,3 Ton.
Compostaje producido	1473,11 kg – 1,47 Ton
MO 2 meses	2,6 Ton.
% de reducción	57%.

Fuente: Autor.

De la anterior tabla podemos decir que el material orgánico que ingresa a las pilas de compostaje tienen un porcentaje de reducción del 57%, lo que quiere decir que el proceso de degradación por parte de los microorganismos se ejecutó de forma adecuada.

11.2. FASE II: TRABAJO EXPERIMENTAL Y DE LABORATORIO.

Se realiza la recolección de cuatro muestras de pilas diferentes clasificadas como muestra 1 (Productos lignocelulósicos sin triturar en maduración), Muestra 2 (Productos lignocelulósicos sin triturar en estado mesofílica II), muestra 3 (Productos lignocelulósicos sin triturar en estado termofílica) y muestra 4 (Productos lignocelulósicos triturados catalogados como abono), la composición de las 3 pilas y el abono presentan características de tiempo diferentes, concorde con ello se realizó la respectiva caracterización fisicoquímica y análisis microbiológico de cada una de las muestras en el laboratorio de la universidad ECCI, logrando la medición de 18 parámetros totales de humedad, materia orgánica, pH, temperatura, carbono orgánico, aluminio e hidrogeno intercambiable, nitrógeno amoniacal, nitrógeno, fósforo y potasio, nitrito de nitrógeno, calcio, acidez, fósforo, sulfato, aluminio, magnesio, además de la identificación de hongos y bacterias, donde se logró obtener los siguientes resultados.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11.2.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

Se realizan pruebas de laboratorio a 4 muestras de las 3 pilas actuales y el abono ya producido, en el mes de noviembre sin realizar ninguna intervención, caracterizando un total de 18 parámetros.

Tabla 11. Resultados Experimentales Caracterización Físicoquímica.

Parámetro	RESULTADOS ANÁLISIS			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Materia Orgánica (%)	11,77	3,62	35,41	1,32
<i>Cumplimiento</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy bajo</i>	<i>Medio (Ideal)</i>	<i>Muy bajo</i>
Humedad (%)	63,9	78,6	53,8	88,0
<i>Cumplimiento</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>	<i>Medio (Ideal)</i>	<i>Alta</i>
pH	8,25	7,61	8,56	8,14
<i>Cumplimiento</i>	<i>Moderadamente Alcalino</i>	<i>Ligeramente Alcalino</i>	<i>Fuertemente Alcalino</i>	<i>Moderadamente Alcalino</i>
Potasio	150 ppm	150 ppm	150 ppm	110 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>
Fosforo	50 ppm	50 ppm	100 ppm	75 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Muy Alto</i>
Azufre	1000 ppm	250 ppm	250 ppm	250 ppm
<i>Cumplimiento</i>				
Magnesio	10 ppm	5 ppm	10 ppm	5 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Medio</i>	<i>Muy bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Muy Bajo</i>
Aluminio	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Muy Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>
Calcio	1400 ppm	1400 ppm	500 ppm	700 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Muy Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
Nitrógeno Amoniacal	5 ppm	5 ppm	40 ppm	40 ppm
<i>Cumplimiento</i>	<i>Muy Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>	<i>Medio (Ideal)</i>	<i>Medio (Ideal)</i>

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009	

Nitrógeno Total (%)	0,59	0,18	1,77	0,07
<i>Cumplimiento</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio (Ideal)</i>	<i>Bajo</i>
Carbono Orgánico (%)	6,83	2,10	20,54	0,77
<i>Cumplimiento</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio (Ideal)</i>	<i>Bajo</i>
Relación C:N (%)	11,57	11,66	11,60	11
<i>Cumplimiento</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>
Acidez	8,65	9,88	7,53	12,32
<i>Cumplimiento</i>				
Aluminio Intercambiable	NA	NA	NA	NA
Hidrogeno Intercambiable	NA	NA	NA	NA

Análisis de Tabla

Los macro y micronutrientes evaluados dentro de cada una de las muestras del compostaje son importantes para el metabolismo de las plantas, de acuerdo con las 3 pilas caracterizadas y el abono producido se realizó una división de 4 muestras, donde la pila 1 y 2 llevan a aproximadamente 8 meses y la pila 3 un tiempo de 4 meses, evidenciando que en las 4 muestras los niveles de potasio, fósforo, azufre, calcio y nitrógeno amoniacal, son lo suficientes, incluso superan los niveles óptimos, lo que quiere decir que el compostaje producido contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo estructural y funcional de todas las plantas, la fotosíntesis, maduración y demás procesos celulares vegetales, sin embargo también se evidencia un bajo porcentaje en los niveles de magnesio y aluminio en las muestras analizadas, ya que estos elementos se presentan en mayor proporción cuando el suelo es ácido y en este caso las muestras de suelo analizadas, son moderadamente alcalinas.

Las cuatro muestras según el pH indican suelos ligeramente alcalinos lo que quiere decir que presenta una estructura pobre y densa, con baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad,

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

esto debido al bajo porcentaje de materia orgánica que presenta y a la poca aireación que se les da a las pilas de compostaje, así como también está implícito en la humedad, ya que como se puede evidenciar en la gráfica se presentan niveles altos lo que nos indica el poco movimiento (volteo) y bajo contenido de material seco como hojas secas, pajas y serrines, además de esto, los niveles de nitrógeno total de las pilas 1 y 2 y del compostaje ya producido es bajo, así como también los del carbono orgánico, que es el encargado del crecimiento de los microorganismos para todo el proceso de transformación de la materia orgánica, más sin embargo la relación C:N, indica niveles óptimos para la mineralización de la materia orgánica y la proliferación de los microorganismos, más sin embargo debido a que los niveles de materia orgánica son bajos, es muy probable, que al momento de utilizar el compostaje, no aporte las suficientes características ni libere de forma adecuada los nutrientes que están presentes al suelo ni a las plantas para su crecimiento.

11.2.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Para este análisis, fue necesaria la siembra de microorganismos en medios de cultivo, para hongos en Agar Sabouraud o PDA y para bacterias Agar Nutritivo, donde se evidencia el crecimiento de colonias de hongos y bacterias y se puede verificar que la descomposición y transformación de la materia orgánica se lleve a cabo, realizando un conteo macroscópico de cada una de las colonias formadas, ya que el objetivo principal es identificar si se evidencia presencia de microorganismos que ayuden dentro del proceso del compost.

Tabla 12. Resultados Experimentales Análisis Microbiológico.

Parámetro	RESULTADOS ANALISIS			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Hongos (UC)	5	7	10	4
Bacterias (UC)	8	13	18	6
Levaduras (UC)	4	6	10	3

*UC: Unidades formadoras de colonias.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

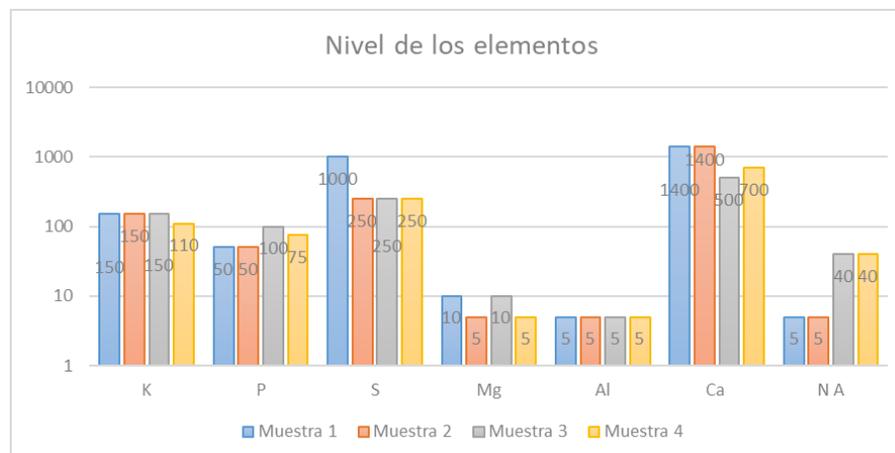
Análisis Tabla

Dentro del conteo macroscópico se evidencio la presencia no solo de hongos y bacterias sino también de levaduras, lo que nos indica que se presenta una descomposición adecuada del material orgánico domiciliario, también dentro de los resultados obtenidos se puede verificar que en la muestra 3, que al momento de la recolección de las muestras se encontraba en la etapa termófila del proceso, se evidencia un crecimiento mayor de los microorganismos presentes

11.3 FASE III: TRABAJO DE REDACCIÓN, FINALIZACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO.

Dentro de esta fase, se realiza el análisis de los resultados obtenidos en la fase experimental y de laboratorio (Tabla 11), obteniendo las siguientes gráficas:

Grafica 1. PPM de Macro y Micro nutrientes detectados en el compostaje.



Fuente: Autor.

De acuerdo a la tabla 11, se obtuvo la anterior gráfica, simplificando los valores obtenidos en el trabajo que se realizó en el laboratorio, otorgando una mejor estadística para la lectura de los datos, dando como resultado que el compostaje producido contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo estructural y funcional de todas las plantas, la fotosíntesis, maduración y demás procesos celulares vegetales, teniendo un suelo alcalino.

Grafica 2. Parámetros Físicoquímicos detectados en el compost.

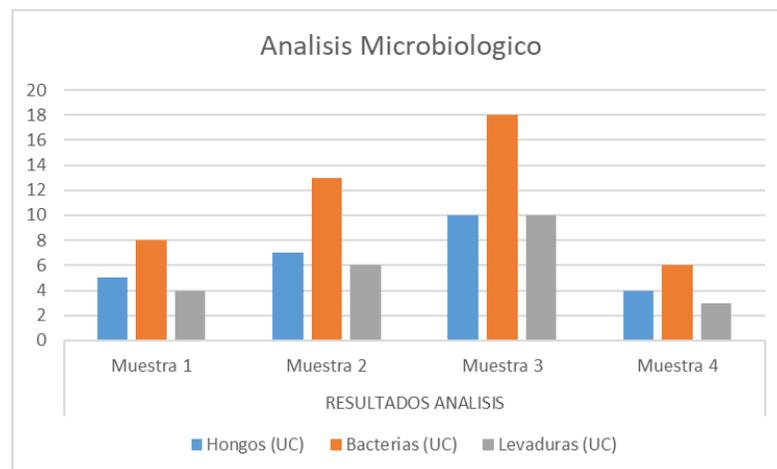
	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Fuente: Autor.

Siguiendo la tabla 11, las características fisicoquímicas principales que se evaluaron del compostaje, la gráfica anterior sintetiza la información obtenida, logrando una mejor lectura de datos, dando como resultado que las muestras estudiadas son de suelos alcalinos, lo que quiere decir que al momento de utilizar el compostaje este no aporta las suficientes características ni libere de forma adecuada los nutrientes que están presentes al suelo ni a las plantas para su crecimiento.

Grafica 3. Análisis microbiológico



Fuente: Autor.

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

En la tabla 12, se encuentra el resultado de la caracterización microbiológica que se realizó en las 4 muestras de compostaje, en grafica anterior se puede evidenciar la variación de los microorganismos presentes, ya que cada muestra se encontraba en una fase distinta, en la muestra 3 los niveles son mayores debido a que al momento de la toma de muestra se encontraba en la fase termófila, lo que quiere decir que se producía una mayor degradación de la materia orgánica, por lo tanto, existe mayor interacción de microorganismos.

12. CONCLUSIONES

- Al ejecutar la cuantificación de materia orgánica que se utiliza para el compostaje, nos permitió estimar la cantidad de residuos que ingresan a las pilas, así como también el porcentaje de reducción que se obtiene al finalizar la fase de maduración, sin embargo, la caracterización de estos residuos no se logró realizar a gran detalle por la presentación de los residuos con que llegan a la planta de tratamiento, aunque la comunidad del municipio de Tibasosa ya ejerce la separación de los residuos, aún siguen llegando con basura no aprovechable y los residuos orgánicos llegan bastante compactados lo que dificulta la realización al detalle de la cuantificación.
- La caracterización fisicoquímica, es importante estudiarla, ya que es la que nos señala que tan productiva puede ser esta actividad de aprovechamiento, dentro del proyecto de municipio fue importante saber en qué estado se encontraba el compostaje que ya producen, con aras de poder estipular el proyecto y que la comunidad también se vea beneficiada, es por ello que gracias a las pruebas que se realizaron en el Laboratorio de la Universidad ECCI, se pudo determinar el estado actual del compostaje en las diferentes etapas que se presentaban en cada una de las pilas conformadas, cabe aclarar que por medio de las pruebas desarrolladas se realizaron recomendaciones a la empresa EMT (Empresas Municipales de Tibasosa), que se debían tener en cuenta en el proceso de conformación de las pilas de compostaje, aunque el resultado final de laboratorio nos arrojó un suelo rico en nutrientes, no tiene la suficiente capacidad de liberarlos de forma adecuada debido a que posee bajo contenido de materia orgánica.
- Gracias a las siembras en Agar nutritivo y saboraud, se pudo evidenciar el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras que estaban presentes en el compostaje y en cada una de sus etapas,

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

realizando un coteo macroscópico de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC), teniendo así un mayor crecimiento de microorganismos en la muestra 3 que al momento de recoger la prueba de encontraba en fase termófila, por ende se pudo evidenciar la correcta degradación de material orgánico que se realizaba en cada fase en presencia de microorganismos.

- Gracias a las caracterizaciones realizadas, se pudo determinar el gran potencial del proyecto, pero también las falencias que tenía el proceso que la Empresa de Servicios Públicos de Tibasosa venía realizando con el compostaje, ya que como se inició con un plan piloto, la atención de los operarios dentro del proyecto era mínima, es por esto que se realizó una retroalimentación de los datos encontrados con la persona encargada del proyecto dejando estipulados los requerimientos que se necesitaban para mejorar las falencias encontradas.

13. RECOMENDACIONES

- Realizar un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas, y luego pasa a ser un volteo quincenal. Esto depende de las condiciones climáticas y de la humedad y aspecto del material que se está compostando. Se debe hacer un control de aspecto visual, olor y temperatura para decidir cuándo hacer el volteo (véase punto siguiente, control de temperatura, humedad y pH).
- Agregar cal a las capas de material orgánico cada vez que ingresen los residuos orgánicos domiciliarios para mantener estables los niveles de pH del compostaje producido.
- Adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas, cada vez que ingrese material orgánico a comportar, esto debido a la textura que presenta el suelo al final del estudio.
- Darle seguimiento continuo a la humedad (40 a 60%) y temperatura (35 a 65°) para tener el material en óptimas condiciones.
- Verificar que el tamaño de la partícula se encuentre entre 5 a 30 cm (Manual de Compostaje del Agricultor – Fao.org).

	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Antecedentes . (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70752/fichero/1-+Antecedentes.pdf>

Arkiplus. (01 de 09 de 2021). *Historia del hombre y su relación con la naturaleza*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/historia-de-el-hombre-y-su-relacion-con-la-naturaleza/>

Mantra. Recuperado de: <http://www.mantra.com.ar/contecologia/residuossolidos.html>. Consultado: 20 de junio de 2014.

Evolución histórica de los residuos sólidos urbanos y su tratamiento. (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70752/fichero/1-+Antecedentes.pdf>

Limitada, A. C. (Abril de 2011). *Legislación relacionada con el manejo de los Residuos Sólidos en Colombia*.

ROMAN, Pilar; MARTINEZ, María M.; PANTOJA, Alberto. Manual de Compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina, Santiago de Chile, 2013. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

Pardo, R. N. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas del compost de residuos sólidos orgánicos residenciales, a partir de su caracterización térmica. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10064/T07727.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández Lara , A., Ros, M., Cuartero, J., Bustamante, M. Á., Moral, R., Andreu Rodríguez , F. J., . . . Pascual , J. A. (2021). Bacterial and fungal community dynamics during different stages of agro-industrial waste composting and its relationship with compost suppressiveness. *Science of the Total Environment*, 11

IGAC (2006). Métodos analíticos de laboratorio de suelos. 6ª edición. República de Colombia

 UNIVERSIDAD ECCI	ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009