

APLICABILIDAD DE 5 (CINCO) ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS
RESIDUOS BIODEGRADABLES EMPLEANDO TÉCNICAS DE COMPOSTAJE Y
BIODEGRADACIÓN PARA EL PARQUE MEMORIAL JARDINES SANTA ISABEL S.A.S.,
UBICADO EN LA VEREDA PORAVITA MUNICIPIO DE OICATÁ – BOYACÁ.

LILIANA PAOLA PLAZAS RAMIREZ

GILMA JOHANA MURCIA CASTEBLANCO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

TUNJA

2017

APLICABILIDAD DE 5 (CINCO) ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS
RESIDUOS BIODEGRADABLES EMPLEANDO TÉCNICAS DE COMPOSTAJE Y
BIODEGRADACIÓN PARA EL PARQUE MEMORIAL JARDINES SANTA ISABEL
S.A.S., UBICADO EN LA VEREDA PORAVITA MUNICIPIO DE OICATÁ – BOYACÁ.

LILIANA PAOLA PLAZAS

GILMA JOHANA MURCIA

Proyecto de grado

Para ostentar el título de Ingeniero Ambiental

Director

CESAR AUGUSTO GUARÍN

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

TUNJA

2017

Agradecimientos

Gracias a Dios por iluminar nuestro camino y mostrarnos las capacidades y fortalezas para creer lo que nos parecía imposible terminar.

A nuestras familias por su apoyo incondicional para culminar este proyecto de vida, su motivación constante, críticas constructivas y su comprensión por nuestra ausencia en el tiempo dedicado a nuestro estudio.

A nuestra Alma Mater y sus docentes por su inclusión social, la cual nos permitió culminar un peldaño más en nuestro crecimiento profesional, a nuestro director Esp. Cesar Guarín por su guía, acompañamiento y asesoría en el desarrollo de este proyecto aplicado.

Contenido

Resumen	14
Introducción	17
Justificación	18
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marco Teórico	21
Marco conceptual	21
Antecedentes	23
Descripción del problema	25
Descripción de la propuesta	26
Localización geográfica	26
Reconocimiento de las áreas donde se están ejecutando los diferentes procesos de disposición final del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.	26
Análisis técnico	28
Reconocimiento de las alternativas e instrumentos para desarrollar adecuadamente la aplicación de las 5 (cinco) alternativas en el desarrollo del proyecto	31
Separación, aprovechamiento y transformación de los diferentes residuos orgánicos por medio del compostaje con aplicación de alternativas de biodegradación	32
Implementación de 5 (cinco) posibles alternativas para reducir la cantidad de residuos orgánicos.....	38
Resultados de seguimiento y control	53
Resultados variables tiempo, costo y cantidad	61
Resultados cantidad de las muestras en kilogramos	63
Resultados meses tiempo.....	68
Resultados costo en pesos (\$).....	69
Análisis económico	69
Análisis financiero	70
Análisis social	72
Análisis ambiental	73
Conclusiones	76
Recomendaciones	77

Bibliografía	78
Anexos	81

Lista de Tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	30
Tabla 2 Alternativas e instrumentos	31
Tabla 3 Tipos de residuo para la separación en la fuente	33
Tabla 4 Nombre de muestras	43
Tabla 5 Calificación de las variables	61
Tabla 6 Variables	62
Tabla 7 Análisis económico.....	70
Tabla 8 Análisis financiero	71
Tabla 9 Normatividad legal	74

Lista de Imágenes

Imagen 1 Mapa del municipio de Oicatá, Boyacá (Colombia).....	27
Imagen 2 Ubicación de los residuos solidos	28
Imagen 3 Tipos de residuos para elaboración de compostaje.....	34
Imagen 4 Lugar de separación y acopio	36
Imagen 5 Separación de residuos sólidos orgánicos.....	36
Imagen 6 Aprovechamiento actual de los residuos.....	37
Imagen 7 Estructura muestras	39
Imagen 8 Diseño área experimental programa revit	39
Imagen 9 Sistema para la recolección de lixiviados	41
Imagen 10 ubicación sistema para la recolección de lixiviados	42
Imagen 11 Muestra control	45
Imagen 12 Aplicación microorganismos eficientes	47
Imagen 13 Aplicación agente químico.....	48
Imagen 14 Aplicación larvas	50
Imagen 15 Larva roja	51
Imagen 16 Larva naranja	51
Imagen 17 Aplicación acelerador casero	53
Imagen 18 Inundación de muestras.....	59
Imagen 19 Control de inundación.....	59
Imagen 20 Humedad insuficiente	60
Imagen 21 Control insuficiencia de humedad	60

Lista de graficas

Grafica 1 Medición temperatura en grados celsius	54
Grafica 2 Medición pH	56
Grafica 3 Medición humedad.....	57
Grafica 4 Análisis de resultado de las cinco alternativas utilizadas	63
Grafica 5 Porcentaje de reducción de residuos en cantidad.....	64
Grafica 6 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 1	65
Grafica 7 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 2	65
Grafica 8 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 3	66
Grafica 9 Análisis datos cantidad en kilogramos de abono obtenido	67
Grafica 10 Calificación cantidad en kilogramos de abono obtenido	67
Grafica 11 Calificación en tiempo	68
Grafica 12 Calificación costo en pesos	69

Lista de anexos

Anexo 1 Bitácora de actividades.....	81
Anexo 2 Datos temperatura	91
Anexo 3 Datos pH.....	92
Anexo 4 Datos Humedad	93
Anexo 5 Porcentaje reducción	94
Anexo 6 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-1.....	95
Anexo 7 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-2.....	96
Anexo 8 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-3.....	97
Anexo 9 Cantidad en kilogramos de abono obtenido	98

Glosario

Biodegradación: Es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente por acción de los microorganismos. (Sainca, 2016).

Compostaje: Proceso biológico controlado que permite la degradación y estabilización de materia orgánica por la acción de microorganismos. (GTC 24, 2009).

Compost (a): Humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos. (Boletinagrario.com, 2009).

Residuos orgánicos: Son todos aquellos residuos que provienen de origen vegetal y son fácil su descomposición. (Fuente Autor).

Residuo aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. (GTC 24, 2009).

Reuso: Pretende aumentar la vida útil de los materiales utilizándolos completamente o dándoles otra función diferente sin realizar procesos de transformación. (GTC 24, 2009).

Temperatura: Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin (K). (Real Academia Española, 2017).

Carbono: Elemento químico de núm. atóm. 6. Es extraordinariamente abundante en la naturaleza, tanto en los seres vivos como en el mundo mineral y en la atmósfera. Se presenta en varias formas alotrópicas, como el diamante, el grafito y el carbón. Constituye la base de la química orgánica, y, además de su importancia biológica, tiene gran variedad de usos y aplicaciones en sus distintas formas. (Universidad Salamanca, 2007-2014).

Humedad: Es el contenido de agua en el suelo, es importante ya que actúa como medio de transporte de nutrientes y oxígeno a la célula y es parte del protoplasma microbiano, un exceso de humedad produce deficiencia de oxígeno, un déficit impide el desarrollo de los microorganismos. (Orosco Verdezoto & Soria Guano, 2008).

(Torres Delgado & Zuluaga Montoya, 2009). La humedad del suelo puede limitar de forma severa la biodegradación, fundamentalmente en suelos superficiales afectados por oscilaciones importantes en el contenido de agua. No obstante, el nivel óptimo de humedad depende de las propiedades de cada suelo y el tipo de contaminación.

Biodegradable: Se refiere al proceso de descomponer un compuesto en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos bajo condiciones ambientales naturales. (Posada. R, 2012).

Biodisponibilidad: Es la disponibilidad de una sustancia a ser degradada por los organismos vivos, un fenómeno que afecta de forma negativa a la biodisponibilidad de los contaminantes es el envejecimiento o “ageing” que se define como la pérdida de la biodegradabilidad de los compuestos a lo largo del tiempo en el suelo (aunque la población microbiana mantenga intacto su potencial catabólico), el cual es más importante en suelos con elevado contenido en materia orgánica. (Torres Delgado & Zuluaga Montoya, 2009).

Humus: Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales. (Boletinagrario.com, 2009).

Larvas: Son animales con desarrollo indirecto (metamorfosis), su habitad es la capa superficial del suelo, se estima que 16 horas al día trabajan alimentándose y 8 horas al día están en estado latente. (Viasus. G, 2015)

Líquido lixiviado. La descomposición natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado. Las aguas lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la producida por la misma humedad de los desechos, por ello la importancia de interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado. (Robayo. C, 2012).

Tratamiento: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, aprovechamiento o ambos para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana. (GTC 24, 2009).

Siglas

M 0: Muestras cero, esta muestra es el punto de partida a la misma no se le adiciona ninguna alternativa, ya que es el punto de comparación frente a las otras muestras, de la misma se tienen tres M 0-1, M 0-2 y M 0-3.

M 1: Muestra con alternativa microorganismos eficientes. (Mezcla de ácidos húmicos y fúlvicos con elementos mayores, micro elementos y vitaminas). De la misma se tienen tres M 1-1, M 1-2 y M 1-3.

M 2: Muestra con alternativa acelerante químico. (Enzimas fermentativas con alta capacidad de degradación de la materia orgánica). De la misma se tienen tres M 2-1, M 2-2 y M 2-3.

M 3: Muestra con alternativa escarabajos. (Aplicación de larvas, de cepa biológica y sustrato biológico). De la misma se tienen tres M 3-1, M 3-2 y M 3-3.

M 4: Muestra con alternativa acelerador casero. (Aplicación de lactobacilos). De la misma se tienen tres M 4-1, M 4-2 y M 4-3.

SSPD: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.

Resumen

Este proyecto es enfocado al manejo de residuos biodegradables con implementación de técnicas de compostaje y biodegradación que darán como resultado el mejoramiento y mitigación de la contaminación generada por estos, cumpliendo con la normatividad legal vigente colombiana. Con la ayuda de la biodegradación se logra minimizar la contaminación ambiental producida por los residuos sólidos orgánicos: esta se basa específicamente restaurar y transformar ambientes contaminados como son los lixiviados producidos por estos residuos.

Existen gran variedad de organismos de biodegradación como algas, hongos, plantas y microorganismos, que ayudan a la remediación de daños ambientales por contaminación, algunos de estos degradan las sustancias contaminantes a partir de su estructura química frente a los cuales se ejecuta la aplicación de 5 (cinco) alternativas así:

- ✓ Compostaje con los residuos biodegradables como actualmente se maneja (dejándolos descomponer).
- ✓ Compostaje con los residuos biodegradables adicionando un ayudante microbiano.
- ✓ Compostaje con los residuos biodegradables adicionando un ayudante químico.
- ✓ Compostaje con los residuos biodegradables adicionando un ayudante casero.
- ✓ Compostaje con los residuos biodegradables con la ayuda de zoo cría de escarabajos.

Con este tipo de procesos de biodegradación junto con el compostaje se podrán dar a conocer nuevas formas de trabajo que ayudarán en la reducción de los residuos sólidos

biodegradables que se generen de las diferentes actividades del Parque –Cementerio y así dar un adecuado manejo y aprovechamiento de dichos residuos.

Abstract

This project is focused on the management of biodegradable waste with the implementation of composting and biodegradation that will result in the improvement and mitigation of the pollution generated by these, complying with current Colombian legal regulations. With the help of biodegradation it is possible to minimize the environmental pollution produced by organic solid waste: this is based specifically to restore and transform polluted environments such as leachates produced by waste.

There is a great variety of organisms of biodegradation like algae, fungi, plants and microorganisms, that help to the remediation of environmental damages by pollution, some of these degrade the polluting substances from its chemical structure against which the application of 5 (Five) alternatives as follows:

- ✓ Composting with biodegradable waste as currently handled (letting them decompose).
- ✓ Composting with biodegradable waste by adding a microbial helper.
- ✓ Composting with biodegradable waste by adding a chemical aid.
- ✓ Composting with biodegradable waste by adding a home assistant.
- ✓ Composting with biodegradable waste with the help of zoo beetle breeding.

With this type of biodegradation processes together with composting, new forms of work can be announced that will help in the reduction of biodegradable solid waste generated from the different activities of the Cementery - Park and thus give an adequate management and use of Waste.

Introducción

Según (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011) más del 90% de los residuos generados se maneja por medio de rellenos sanitarios y celdas transitorias; para una vida útil prolongada de los rellenos sanitarios se hace necesario el adecuado manejo y separación de los desechos para la reducción del volumen final que llegan a los rellenos.

Para el caso del departamento de Boyacá el cual está integrado por 123 municipios de los cuales solo 80 son atendidos por los rellenos sanitarios del departamento (Pirgua, Terrazas del Porvenir y Chiquinquirá) lo que limita la vida útil de los mismos; razón por la cual es necesario una adecuada separación en la fuente y su transformación como alternativa para reutilizarlos ya que Colombia el 55% de los residuos sólidos biodegradables son material orgánico (dato suministrado por el Acuerdo No. 113 de 2011).

Viendo la necesidad de un manejo adecuado de los residuos biodegradables generados, teniendo en cuenta la problemática y la cantidad de desechos orgánicos sin un adecuado manejo y con el fin de minimizar los residuos sólidos biodegradables como: diferentes tipos flores, residuos de corte manual, residuos de corte de árboles, subproducto de césped; se realiza una propuesta como punto de partida para la optimización de estos de recursos y su posterior reutilización.

Con la aplicabilidad de 5 (cinco) alternativas para el manejo de los residuos biodegradables empleando técnicas de compostaje y biodegradación en el Parque Memorial Jardines Santa Isabel, se plantea determinar la alternativa más viable entre tiempo, costo y cantidad.

Justificación

Con el fin de dar solución a la problemática del manejo actual de residuos sólidos biodegradables y acorde con la necesidad de mejoramiento de condiciones ambientales en el Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S se realizará la transformación de estos residuos por medio de la técnica de compostaje con diferentes alternativas de biodegradación.

El Parque – Cementerio, frente a su actividad principal (ofrecer a la comunidad boyacense el servicio de horno crematorio: lotes, mausoleo, bóvedas, osarios y cenízaros en un ambiente pasible y natural), presenta interés y compromiso para la disposición final de los residuos orgánicos, en la actualidad se viene realizando una metodología tradicional que funciona para la transformación de los residuos sólidos biodegradables en tiempos extensos, debido a esto surge la necesidad de optimizar el proceso con el fin de reutilizar estos desechos por medio del compostaje el cual tiene varias ventajas como son: reutilización de residuos, mejoramiento y mitigación de impactos ambientales, producción de abono, remediación de suelos.

Sztern y Pravia. Explican cómo es el procedimiento paso a paso para la realización de compostaje la cual es una técnica que ayuda a la reducción de residuos orgánicos y los transforma para producir compost. Esta técnica es un proceso biológico aerobio en el cual intervienen la población microbiana ya que son los que descomponen en un 95% los residuos orgánicos. También muestra datos y detalles de los posibles resultados, comparación entre datos y parámetros, unos análisis de resultados con la elaboración de 3 diferentes técnicas aplicadas para la reducción de residuos.

Teniendo en cuenta lo anterior la fase inicial del proyecto es la recolección y reutilización de residuos orgánicos para la transformación por medio de compostaje el cual es una de las mejores técnicas para conseguir abono orgánico.

Posada, (2012). Indica que la biodegradación se realiza por medio de plantas de las cuales las especies que mejor se adecuen al ambiente, microorganismos o bacterias para la reducción de contaminantes. Hay dos tipos de tratamiento de biodegradación la ex-situ la cual consiste en tratamiento para aguas, suelos, entre otros e in-situ que consiste al tratamiento como las minas y sus alrededores afectados por el proceso y/o actividad económica presentada, de ahí la importancia en su implementación, consiste en la minimización y eliminación de impactos ambientales para no afectar directa o indirectamente a la sociedad cercana y aportar a cuidado y la estabilidad ambiental en el lugar.

Con la implementación de este proyecto se pretende generar una alternativa de mejoramiento para disminuir y transformar los residuos sólidos biodegradables orgánicos generados por el Parque- Cementerio y así utilíalos como abono dentro de las instalaciones, el cual contribuirá a la protección, mitigación y conservación del ambiente y control de posibles impactos ambientales.

Objetivos

Objetivo general

- ✓ Aplicar 5 (cinco) alternativas para el manejo de los residuos biodegradables empleando técnicas de compostaje y biodegradación para el Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S., ubicado en la vereda Poravita municipio de Oicatá – Boyacá.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar un reconocimiento de las áreas donde se están ejecutando los diferentes procesos de disposición final del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.
- ✓ Identificar las alternativas e instrumentos para desarrollar adecuadamente la aplicación de 5 (cinco) alternativas en el desarrollo del proyecto.
- ✓ Separar, aprovechar y transformar los diferentes residuos sólidos orgánicos generados en el Parque-Cementerio, provenientes de las actividades diarias por medio del compostaje con aplicación de alternativas de biodegradación.
- ✓ Implementar 5 (cinco) posibles alternativas para reducir la cantidad de residuos orgánicos que genera el Parque Memorial Jardines de Santa Isabel S.A.S.
- ✓ Analizar y comparar resultados obtenidos de variables en función de cantidad, tiempo, y costo del producto final.

Marco Teórico

Marco conceptual

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2007), define los residuos sólidos como "...los restos de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, indeseables o desechables, pero que pueden tener utilidad para otras personas. En si es la basura que genera una persona".

A continuación, se presentan algunas preguntas con el fin de enmarcar la problemática identificada y una posible solución:

¿Dónde se generan?

Los residuos tienen varias fuentes de generación tales como: hogares, mercados, centros educativos, comercios, fábricas, vías públicas, restaurantes, hospitales entre muchos más.

¿Cómo se clasifican?

Residuos orgánicos: Son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas y verduras y procedentes de la poda de plantas. Con poco esfuerzo estos desechos pueden recuperarse y utilizarse para la fabricación de un fertilizante eficaz y beneficioso para el medio ambiente. (Clean Up The World)

Residuos inorgánicos: Son aquellos materiales y elementos, que no se descomponen fácilmente y sufren ciclos de degradación muy largo. Entre ellos están los plásticos, loza, vidrio, hojalata, zinc, hierro, latas y desechos de construcción.

Los residuos sólidos inorgánicos, Son los mayores generadores de impacto ambiental por su difícil degradación. Estos generan problemas a la hora de su disposición final por no realizarse de manera adecuada, lo que da paso al deterioro del medio ambiente.

Los residuos peligrosos: Son aquellos residuos que debido a su peligrosidad pueden causar daños al ambiente y a la salud de las personas, los cuales pueden ser: tóxicos, corrosivos, reactivos, inflamable, explosivo, infeccioso, eco tóxico hospitalarios y similares.

En este caso se van a aplicar y comparar alternativas para transformar los desechos biodegradables; para el manejo de estos residuos se propone la biodegradación, la cual según Sainca (2016) es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente por acción de los microorganismos.

Hena Jaramillo & Zapata Márquez, (2008), nos habla sobre la importancia del aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos urbanos los cuales constituyen cerca del 70% de la totalidad de desechos generados en zona urbana, para lo que es necesario e importante realizar un aprovechamiento de estos residuos por medio de buenas prácticas y técnicas que ayuden a reducirlos.

El no tratamiento de los residuos orgánicos está generando impactos negativos al ambiente ya que no se realiza una disposición final adecuada, a continuación, se mencionan algunas técnicas mediante las cuales se puede aprovechar éste tipo de residuos como lo es: el proceso de compostaje con biofertilizantes y acondicionadores de suelos, la producción de gas, humus, los biocombustibles, biodegradación entre otros.

El compostaje es una de las técnicas más utilizadas en Colombia para la reducción y el tratamiento de estos residuos ya que este se basa en la descomposición por acción microbiana con ayuda de oxigenación y una buena técnica ayuda a beneficiar y mitigar los impactos ambientales, para este caso los residuos sólidos urbanos son los que componen la basura doméstica; la generación de residuos varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población; los residuos sólidos vegetales son aquellos residuos resultado del procesamiento de alimentos, centrales de abasto, floristerías, entre otros.

Antecedentes

Para el desarrollo del proyecto se consultó el Manual de Compostaje del Agricultor, el cual “ofrece alternativas a la problemática de la escasez de suelos de buena cantidad para la producción de la agricultura familiar por medio de estrategias sencillas y de bajo costo. El productor puede aprender a generar enmiendas orgánicas para sus cultivos. El compost permite el reciclaje de residuos orgánicos, reduciendo la contaminación y el costo de fertilizantes como insumo para la producción agrícola. El presente manual presenta ejemplos de producción de compost de la Región y muestra además técnicas para determinar la cantidad e inocuidad del mismo”, así como los parámetros cuantificables para un adecuado desarrollo del compostaje. (Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.p 5).

De acuerdo con lo expuesto por la Ing. Andrea Luna Feijoo y MSc. José Mesa, en su artículo Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores, en donde se menciona la importancia de “los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generan una

agricultura y medio ambiente más sostenible. Los EM son un grupo muy grande de organismos, que cumplen multitud de funciones en el suelo y mantienen en orden los ciclos normales de múltiples sustancias. Esta labor es permanente y gracias a ella la vida en el suelo se mantiene. Estos organismos viven naturalmente en el suelo (bacterias, hongos, actinomicetos) y cumplen múltiples funciones, especialmente degradando y/o transformando diversos materiales para que sean aprovechados en la nutrición de las plantas. Intervienen además en los ciclos biogeoquímicos en la naturaleza (Fundases, 2014)". De acuerdo a esta información se toma la decisión de implementar los microorganismos eficientes como una técnica a desarrollar en el proyecto.

Como método innovador se implementa la investigación desarrollada por el ingeniero German Viasus titulada "Abono Orgánico y Otro Subproducto a Partir de Escarabajos" como resultado de esta investigación, se da la creación de su empresa "Tierra Viva", alternativa que permite optimizar el proceso de biodegradación de materia orgánica por medio de larvas de escarabajos y cucarrones, adicionando la cepa y sustrato biológico elaborado y suministrado por la empresa.

Como proceso de descomposición alternativo a las demás alternativas estudiadas, se determinó el uso de bacterias, en este caso los lactobacilos por sus características como "activador e incrementador en la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo. Estos microorganismos transforman la materia orgánica del suelo en minerales que la planta puede absorber. A la vez, estimulan el crecimiento de las raíces y ayudan a proteger las plantas de microorganismos dañinos". (Guevara, M. Rivera, M, otros).

Descripción del problema

El Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S., actualmente genera gran cantidad de residuos biodegradables (flores, poda, tallos), resultado del mantenimiento dentro de sus instalaciones, estos desechos no tienen una disposición final adecuada y genera impactos ambientales en el aire (generación de vectores y olores fuertes), contaminación a fuentes hídricas y al suelo ya que estos residuos producen lixiviados y no son tratados adecuadamente.

Con la implementación de la técnica de compostaje y biodegradación se beneficiaran las áreas del Parque – Cementerio, ya que por medio de estos métodos se logra la reutilización, reducción y transformación de los residuos orgánicos en abono, lo que permite controlar la erosión del suelo y demás impactos ambientales que se generen.

La implementación de este proyecto permitirá determinar que alternativa es la más adecuada de acuerdo a las necesidades específicas del Parque – Cementerio, esto para el buen manejo de los residuos sólidos orgánicos biodegradables generados en las diferentes actividades rutinarias de poda y mantenimiento de sus instalaciones.

Descripción de la propuesta

Localización geográfica

Reconocimiento de las áreas donde se están ejecutando los diferentes procesos de disposición final del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.

De acuerdo al sitio web del municipio de Oicatá está ubicado en la provincia centro del Departamento de Boyacá. El territorio se halla sobre el altiplano Cundiboyacence ubicado 6 Km al nororiente (línea de vista y 12 Km en automóvil) de la ciudad de Tunja la capital del departamento. Cuenta con un área total de 59 Km², se encuentra entre los pisos térmicos frío seco y páramo cuya temperatura oscila entre 10 y 14°C, la precipitación se presenta entre 600 y 1.000 mm anuales.

Disgregando la ubicación a lo más pequeño, el municipio se compone de las siguientes veredas: Guintivá, Forantivá, Poravita, Centro- cabecera municipal; el Parque – Cementerio se encuentra en la vereda Poravita territorio ubicado a la parte occidente del Municipio de Oicatá que limita por el norte y por el occidente con el municipio de Combita, por el Oriente con la vereda Guintiva y la Vereda Centro y por el sur con el Municipio de Tunja, tiene una extensión en terreno de 9726837 m² (9.73 km²), el cual se divide en seis (6) sectores que son: Sector el Mortiñal, Sector la inmunizadora, Sector María Auxiliadora, Sector el kiosco, Sector la Vega, y Sector Santa Susana. También cuenta con una población de 656 habitantes. Siendo este el territorio más pequeño del Municipio. (Sitio web del municipio Oicatá, 2017).

El Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S., se encuentra ubicado en el Kilómetro 7 vía Tunja - Paipa vereda Poravita Oicatá – Boyacá, sus coordenadas de acuerdo con el programa Google Earth son: latitud 5.626502 ° y longitud -73.302980 °.

Imagen 1 Mapa del municipio de Oicatá, Boyacá (Colombia).



Fuente: Página oficial municipio de Oicatá. - autor

Las instalaciones del Parque – Cementerio están ubicadas sobre la doble calzada al nororiente de la vereda; una vez en el allí se hace un recorrido guiado por el administrador, donde se socializo entre otros; información y localización sobre la disposición final de los residuos vegetales (flores y poda), periodicidad de la recolección la cual se realiza tres veces por

semana, en promedio se acumulan trescientos noventa y seis kilogramos (396 Kg) mensuales, para esta labor están destinadas dos personas.

La localización final de estos residuos se realiza en el límite norte del Parque - Cementerio, en un espacio cubierto, como se ve en la imagen 2 Ubicación final de los residuos.

Imagen 2 Ubicación de los residuos solidos



Fuente: Autor.

Análisis técnico

Para el desarrollo de este proyecto aplicado se implementó la metodología de investigación comparativa la cual consiste en "...comparar dos o más grupos o circunstancias en una o varias características, ya sean físicas, psicológicas o sociales. Su base fundamental es la descripción detallada y análisis de cada uno de los grupos para posteriormente establecer los elementos afines o divergentes entre éstos, los rasgos por los que puede considerarse que existen equivalencias, así como diferencias evidentes. La investigación comparativa puede ser cualitativa o cuantitativa, de acuerdo al tratamiento que se dé a la información recolectada." (Palencia, M).

De acuerdo a los resultados del proyecto se tendrá una información cuantitativa a partir de una calificación numérica a las variables a medir en tiempo, costo y cantidad del abono resultado de todo el proceso, lo anterior articulado a la información cualitativa derivada de la observación en el comportamiento de cada una de las técnicas de compostaje con biodegradación.

En este proyecto se realizara el uso de la técnica de compostaje aplicando alternativas de biodegradación para el aprovechamiento y la reducción de los residuos que se generan en las diferentes actividades del Parque – Cementerio; se requiere cumplir con los objetivos y con el cronograma de actividades así:

Tabla 1 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																						
ITEM	ACTIVIDADES A REALIZAR	MES	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR			
		SEMANA	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
		DESCRIPCION	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Revisión de Información	Consulta de fuentes, citas y referencias bibliográficas para la elaboración del proyecto.																																				
2	Reconocimiento de las instalaciones del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.	Reconocimiento de las áreas donde se están ejecutando los diferentes procesos de disposición final del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.																																				
3		Realización de algunas preguntas frente al proceso y manejo de las instalaciones, en función y aplicabilidad al proyecto.																																				
4	Separar, aprovechar y transformar los diferentes residuos orgánicos generados en el Parque-Cementerio, provenientes de las actividades diarias por medio del compostaje con aplicación de alternativas de biodegradación.	Reconocer las alternativas e instrumentos para desarrollar adecuadamente la aplicación de las 5 (cinco) alternativas en el desarrollo del proyecto.																																				
5		Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas.																																				
6		Recolección de residuos sólidos orgánicos.																																				
7		Separación de residuos sólidos orgánicos																																				
8		Ensamblado de la estructura de las muestras																																				
9		Ubicación y distribución de residuos sólidos orgánicos.																																				
10		Implementación 5 (cinco) posibles alternativas																																				
11		Seguimiento y volteo de composta.																																				
12		Recolección de composta.																																				
13		Analizar y comparar resultados obtenidos.	Análisis de composta.																																			
14	Revisión del documento del proyecto.																																					
15	Revisión y Evaluación	Socialización del proyecto ante la UNAD y Parque - Cementerio.																																				

Fuente: Autor

Se hace control al cronograma de actividades por medio de la bitácora y registro de seguimiento, estando sujeto a cambios, la misma se adjunta en los anexos.

Reconocimiento de las alternativas e instrumentos para desarrollar adecuadamente la aplicación de las 5 (cinco) alternativas en el desarrollo del proyecto

Después de formalizar el análisis sobre las diferentes alternativas y con el fin de realizar un comparativo entre estas, se propone tener en cuenta las variables tiempo, costo y cantidad para establecer cuál de estas es la más recomendable en la descomposición de los desechos vegetales, para lo cual se plantean las siguientes alternativas:

Tabla 2 Alternativas e instrumentos

Ítem	Alternativa	Instrumento
1	Una muestra cero, sin ninguna alternativa: la cual será la base de comparación frente a las otras muestras.	Tres muestras con una estructura de material reciclado de icopor, plástico, recolector de lixiviados a la que se incorpora material vegetal.
2	Una muestra aplicando la alternativa fertilizante inorgánico líquido con microorganismos eficientes.	Tres muestras con una estructura de material reciclado de icopor, plástico, recolector de lixiviados a la que se incorpora material vegetal y una mezcla de ácidos húmicos y fúlvicos con elementos mayores, microelementos y vitaminas.

3	Una muestra aplicando la alternativa de bioestimulante húmico, acelerador en la descomposición de la materia orgánica.	Tres muestras con una estructura de material reciclado de icopor, plástico, recolector de lixiviados a la que se incorpora material vegetal y enzimas fermentativas con alta capacidad de degradación de la materia orgánica.
4	Una muestra aplicando la alternativa de larvas (<i>Oryctes nasicornis</i> y <i>Coleoptera: Scarabaeidae</i>).	Tres muestras con una estructura de material reciclado de icopor, plástico, recolector de lixiviados a la que se incorpora material vegetal, trecientas sesenta (360) larvas (120 por muestra), cepa biológica, sustrato biológico y agua.
5	Una muestra aplicando la alternativa con acelerador casero (<i>Lactobacilos</i>).	Tres muestras con una estructura de material reciclado de icopor, plástico, recolector de lixiviados a la que se incorpora material vegetal y <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .

Fuente: Autor

Separación, aprovechamiento y transformación de los diferentes residuos orgánicos por medio del compostaje con aplicación de alternativas de biodegradación

Separación:

De acuerdo a lo dispuesto en la Guía Técnica Colombiana - GTC24, en cuanto a la separación en la fuente se hace necesario tener en cuenta la orientación para la separación de residuos en la fuente que se presenta en la tabla 3.

Tabla 3 Tipos de residuo para la separación en la fuente

GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA		GTC (Tercera actualización)
Tabla 2. Tipos de residuos para la separación en la fuente		
Tipos de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón y Papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). - Vidrio (Botellas, recipientes)^A. - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)^A. - Residuos metálicos (chatarra, tapas envases)^A. - Textiles (ropa, limpiones, trapos) - Madera (palos, aserrín, cajas, guacales, esquivas) - Cuero (ropa, accesorios) Empaques compuestos (cajas de leche, cajas de jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables) ^A .
	No Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) - Papeles encerados, plastificados y metalizados. - Cerámicas - Vidrio plano - Huesos - Material de barrido - Colillas de cigarrillo Materiales de empaque y embalaje sucios
	Orgánicos Biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de comida - Cortes y poda de materiales vegetales Hojarasca
Residuos peligrosos		A nivel doméstico se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: <ul style="list-style-type: none"> - Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos. - Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. - Medicamentos vencidos. - Residuos con riesgo biológico tales como: cadáveres de animales y elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas entre otros. Para el manejo de estos residuos se recomienda no mezclarlos e informarse acerca de diferentes entidades que se encargan de su gestión. A nivel industrial, institucional y comercial está reglamentado con base en la legislación vigente (véase anexo A)
Residuos especiales		<ul style="list-style-type: none"> - Escombros - Llantas usadas - Colchones - Residuos de gran volumen como, por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos. Para el manejo de estos residuos se recomienda informarse acerca de servicios especiales de recolección establecidos.
^A Se recomienda que los envases estén enjuagados y secos para garantizar su valorización Nota 1 Para que los residuos no sean clasificados como peligrosos no pueden estar impregnados o haber estado en contacto con sustancias clasificadas como peligrosas.		

Fuente: GTC 24

Imagen 3 Tipos de residuos para elaboración de compostaje



Fuente: Posted by: Azor

Para el desarrollo del proyecto se utilizarán el tipo de residuos no peligrosos, con la clasificación de orgánicos, para este caso cortes y podas de materiales vegetales, hojarasca y flores; actualmente en las instalaciones del Parque – Cementerio se realiza una separación en el lugar de acopio de todos los desechos generados por tamaño y tipo de residuo y su clasificación es:

- ✓ Empaques de alimentos.

- ✓ Vasos y contenedores desechables.
- ✓ Material de barrido.
- ✓ Floreros de plástico, vidrio y barro.
- ✓ Trípode de las coronas funerarias.
- ✓ Icopor.
- ✓ Oasis.
- ✓ Material vegetal.
- ✓ Plástico de las flores.
- ✓ Ligas para unir los tallos.
- ✓ Alfileres.
- ✓ Entre otras.

Una vez enfocado en los desechos sólidos orgánicos se evidencia que después de la separación aún se encuentra materiales no biodegradables y ordinarios por su reducido tamaño, en la imagen 4 se muestra la ubicación final y el estado en el que llegan los residuos anteriormente mencionados.

Imagen 4 Lugar de separación y acopio



Fuente: Autor

Previo a la etapa de aprovechamiento se realizó una separación minuciosa de los residuos sólidos orgánicos a utilizar en la siguiente fase. (Ver imagen 5).

Imagen 5 Separación de residuos sólidos orgánicos



Fuente: Autor

Aprovechamiento

En la Guía Técnica Colombia -GTC 24 en el punto 3 Definiciones se enuncia que el aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos “es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos”.

En la actualidad se subestima la importancia de una adecuada separación y su disposición final no es la apropiada, ya que se realiza una sola pila como se ve en la imagen 4, a dichos residuos se les realiza un volteo aproximadamente cada tres (3) meses transformando los desechos en un tiempo estimado de (ocho) 8 meses (ver imagen 6); el resultado de este proyecto busca la reutilización de los residuos sólidos orgánicos generados en el Parque – Cementerio con el fin de crear abono orgánico por medio de técnicas de compostaje y biodegradación en un tiempo más corto.

Imagen 6 Aprovechamiento actual de los residuos



Fuente: Autor

Transformación

La transformación utilizada para la degradación de material orgánico (en este caso residuos sólidos biodegradables) es físico - química por el cambio en su estructura, este proceso se puede mejorar y/o optimizar con nuevas alternativas y técnicas como el compostaje y biodegradación.

La transformación de los residuos sólidos biodegradables es factor importante en la mitigación de impactos ambientales, como:

Agua: La contaminación a fuentes hídricas por filtración de lixiviados se ve atenuada ya que se realiza un adecuado control de los mismos durante el proceso.

Suelo: Se hace una reducción del volumen de residuos sólidos y una reutilización de los residuos sólidos orgánicos generados en por el Parque – Cementerio. Adicionalmente el resultado de dicha transformación funciona como estabilizador de suelo en sus carteristas físicas y químicas.

Aire: Los residuos utilizados no contienen alimentos procesados, sales y cárnicos, por lo cual la contaminación atmosférica por malos olores y vectores (moscas y mosquitos) se controla.

Implementación de 5 (cinco) posibles alternativas para reducir la cantidad de residuos orgánicos

Realización de la estructura de las muestras y su localización.

Para la realización de cada muestra, se tomaron seis (6) partes de coronas sobrantes del Parque elaboradas de icopor, luego se diseñó una estructura la cual se unió a la pieza en cadena con pinchos de madera, como muestra la imagen (ver imagen 7), con nivel de altura de veinticinco centímetros (25 cm), seguido se corta plástico negro para ponerlo contra la estructura de la muestra y así evitar filtraciones y controlar los lixiviados generados por el proceso.

Imagen 7 Estructura muestras

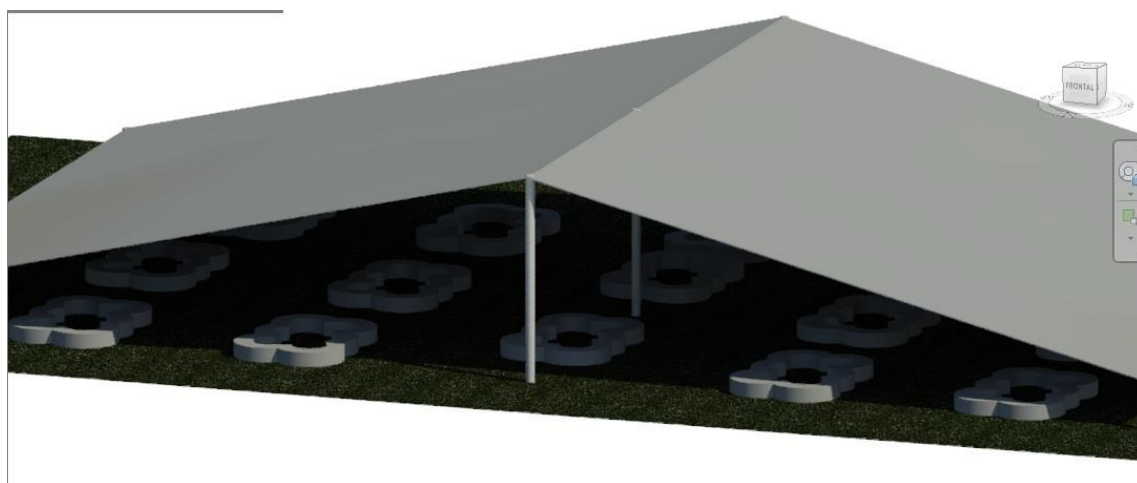


Fuente: Autor

Localización área experimental.

El área experimental se encuentra ubicada al límite norte del Parque- Cementerio, en un espacio cubierto con cerramiento, sus dimensiones son: 7,40 metros de ancho por 11 metros de largo, en este espacio se ubican las muestras en tres (3) columnas y cinco (5) filas (vista frontal).

Imagen 8 Diseño área experimental programa revit



Fuente: Autor

Estructura y organización de los residuos a tratar por capas.

Se organizan las quince (15) muestras con las siguientes capas y cantidades, el total de residuos utilizados es de treinta y seis kilogramos (36 Kg) por muestra.

- ✓ Primera capa: hojas secas con cinco kilogramos (5 Kg).
- ✓ Segunda capa: residuos de flores y poda con siete kilogramos (7Kg).
- ✓ Tercera capa: tierra con nueve kilogramos (9Kg).
- ✓ Cuarta capa: residuos de flores y poda con quince kilogramos (15Kg).

Recolección de lixiviados.

La recolección de lixiviados se realiza por medio de un sistema adaptado a las necesidades del proyecto, con la adecuación de residuos que permiten ser reutilizados así:

Materiales:

- ✓ Manguera plástica de una pulgada (1in).
- ✓ Botella plástica de tres litros (3 L).
- ✓ Cinta aislante.
- ✓ Taladro.
- ✓ Bisturí.

Elaboración:

1. Como primer paso se corta la manguera de aproximadamente quince centímetros (15cm).
2. Luego se hacen varias perforaciones a la manguera con ayuda de un taladro y se fija a la boca de la botella con cinta aislante como se muestra en la imagen 9.

3. Después esta se adhiere al plástico de cada muestra, como se observa en la imagen 10.
4. Se repiten los pasos 1 a 3, 14 (catorce) veces.
5. A cada una de las muestras se le realiza una perforacion al plastico, en la parte inferior, por donde ingresara la maguera.
6. Se sella con cinta aislante.
7. Finalmente se realiza una avertura en la parte lateral superior de cada botella para la recoelccion de los lixiviados y posterior reutilización.

Imagen 9 Sistema para la recolección de lixiviados



Fuente: Autor

Imagen 10 ubicación sistema para la recolección de lixiviados



Fuente: Autor

Realización y preparación de muestras.

Para una adecuada organización, manejo y posterior ubicación de las alternativas se asigna una codificación alfanumérica, así:

Letra M: muestra de las alternativas utilizadas durante el desarrollo del proyecto.

Cero 0: Alternativa de control sin ninguna adición de biodegradación. Subdividida numéricamente en 1, 2 y 3 para el total de las muestras de esta alternativa.

Uno 1: Alternativa de biodegradación con adición de un fertilizante inorgánico líquido con microorganismos eficientes. Subdividida numéricamente en 1, 2 y 3 para el total de las muestras de esta alternativa.

Dos 2: Alternativa de biodegradación con adición de un bioestimulante húmico, acelerador en la descomposición de la materia orgánica. Subdividida numéricamente en 1, 2 y 3 para el total de las muestras de esta alternativa.

Tres 3: Alternativa de biodegradación con adición de larvas (*Leptinotarsa decemlineata* y *Manopus Biguttatus*). Subdividida numéricamente en 1, 2 y 3 para el total de las muestras de esta alternativa.

Cuatro 4: Alternativa de biodegradación con adición de un acelerador casero (*lactobacilos*). Subdividida numéricamente en 1, 2 y 3 para el total de las muestras de esta alternativa.

Tabla 4 Nombre de muestras

ITEM	SIGLA DE LA MUESTRA	NOMBRE DE LA MUESTRA
1	M 0-1	Muestra sin tratamiento 1.
2	M 0-2	Muestra sin tratamiento 2.
3	M 0-3	Muestra sin tratamiento 3.
4	M 1-1	Muestra con microorganismos eficientes 1.
5	M 1-2	Muestra con microorganismos eficientes 2
6	M 1-3	Muestra con microorganismos eficientes 3
7	M 2-1	Muestra con agente químico 1
8	M 2-2	Muestra con agente químico 2
9	M 2-3	Muestra con agente químico 3
10	M 3-1	Muestra con escarabajos 1
11	M 3-2	Muestra con escarabajos 2
12	M 3-3	Muestra con escarabajos 3
13	M 4-1	Muestra con acelerador casero 1
14	M 4-2	Muestra con acelerador casero 2

Fuente: Autor

Procedimiento muestra sin tratamiento M 0

Una vez definidas las alternativas de biodegradación a implementar se determinó adicionar la muestra control, con el fin de tener una base de comparación que permita confrontar los resultados obtenidos de todas las alternativas que permita medir entre las variables: tiempo, economía y cantidad; la alterativa más viable.

Para lo anterior se organizan tres (3) muestras básicas a las que como se menciona anteriormente no se les agrega ninguna alternativa de biodegradación, y están identificadas así: M 0-1, M 0-2 y M 0-3, como se observa en la imagen 11. En estas muestras se realiza un compostaje tradicional de acuerdo a lo que actualmente se ejecuta en el Parque – Cementerio, por lo mismo se determinó hacer volteos cada 20 días, controlando sus características fisicoquímicas de temperatura, pH y humedad en las tres (3) muestras.

Imagen 11 Muestra control



Fuente: Autor

Procedimiento muestra con microorganismos eficientes M 1

Teniendo en cuenta los antecedentes consultados para el desarrollo del proyecto se determinó que una de las alternativas de biodegradación a implementar que permitiría un resultado en menos tiempo que el compostaje tradicional es la aplicación de microorganismos eficientes.

De acuerdo con la ficha técnica No. BP-150: “es un fertilizante inorgánico que puede utilizarse en mezcla con biopreparados, microorganismos y biofertilizantes para potencializar la nutrición biológica. Es una mezcla de ácidos húmicos y fúlvicos con elementos mayores, microelementos y vitaminas; contiene bacterias (celulíticas y antagonistas), hongos (actinomicetos, entomopatógenos y antagonistas) y levaduras, que pueden ser aplicados al suelo o al follaje. Los microorganismos eficientes son componentes importantes del suelo,

los cuales constituyen su parte viva y son responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. Esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación en elementos que puedan ser asimilados por las raíces. Entre las funciones más importantes que cumplen en los procesos de transformación están:

- ✓ Suministro directo de nutrientes.
- ✓ Acelera la mineralización de la materia orgánica.
- ✓ Mejora la solubilización de compuestos minerales.
- ✓ Mejora las propiedades físicas del suelo”.

En la implementación se aplicaron los microorganismos eficientes disueltos en agua de acuerdo a la información suministrada en la ficha técnica del producto, este proceso se realizó cada 8 días durante todo el tiempo (4 meses) de la descomposición de los residuos a la vez se hicieron volteos con el fin de hacer llegar los microorganismos eficientes a todos los residuos sólidos orgánicos, lo que permitió controlar la humedad y aireación de estas muestras (ver imagen 12).

Imagen 12 Aplicación microrganismos eficientes



Fuente: Autor

Procedimiento muestra con agente químico M 2.

De acuerdo a lo investigado en cuanto posibles alternativas se estableció el uso de un agente químico como alternativa de biodegradación en los residuos sólidos orgánicos.

De acuerdo con la ficha técnica: “El bioestimulante húmico es un producto resultante de la aplicación del proceso denominado “Fermentación controlada de la materia orgánica”. Este producto corresponde a la fase líquida o lixiviados, que se producen en la fermentación y que se estabiliza a través de la aplicación de principios químicos y microbiológicos. Posee enzimas fermentativas con alta capacidad de degradación de la

materia orgánica. Estas enzimas son extraídas de *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Rhizobacter*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Actinomyces* y *Streptomyces* que actúan como estabilizadores del ecosistema brindándole a éste los nutrientes para el desarrollo de la planta y su entorno. Entre su mecanismo de acción se destaca la degradación de materia orgánica, fijación de Nitrógeno y solubilización de Fósforo".

En la implementación se aplicó el agente químico disueltos en agua de acuerdo a la información suministrada en la ficha técnica del producto, este proceso se realizó cada 8 días durante todo el tiempo (4 meses) de la descomposición de los residuos a la vez se hicieron volteos con el fin de hacer llegar el producto a todos los residuos sólidos orgánicos, lo que permitió controlar la humedad y aireación de estas muestras. (Ver imagen 13).

Imagen 13 Aplicación agente químico



Fuente: Autor

Procedimiento muestra con escarabajos M 3.

En una salida de campo durante el desarrollo del programa de Ingeniería Ambiental se conoció la aplicabilidad de la alternativa desarrollada por el Ingeniero German Viasus la cual consiste en la implementación de larvas para el manejo y transformación de los residuos sólidos orgánicos, alternativa diferente lo que llevo a la su selección y ejecución.

Para el desarrollo de esta alternativa es necesario aplicar los siguientes materiales biológicos, descritos por el Ingeniero German Viasus así:

- ✓ Ceba biológica: Es el alimento básico o inicial para las larvas, su marca registrada es CB-TV-0020®, para su activación y funcionamiento se diluye en agua y aplica sobre los derechos biodegradables a tratar.
- ✓ Sustrato biológico: Resultado del trabajo realizado por las larvas con ayuda de la cepa biológica y está compuesto por un material con vida (insectos) que hacen parte de él. Marca registrada SB-TV-0020®.

Estos insumos son comprados a la empresa Tierra Viva quien es pionera e innovadora en la obtención de abono orgánico 100% natural usando escarabajos, este proceso es creado en Colombia y único en el mundo. Viasus, G (2016).

Para el desarrollo de esta alternativa se aplica la Ceba Biológica un kilogramo (1 kg) mezclado con dos coma cinco litros (2,5 L) de agua, luego se le emplea una capa con veinte kilogramos (20 kg) de Sustrato biológico, posteriormente se introducen las larvas (en promedio 100 y 150) y estas se recubren con una capa pequeña de sustrato biológico, todo esto por muestra (Ver imagen 14).

Imagen 14 Aplicación larvas



Fuente: Autor

Las larvas utilizadas en la alternativa deben ser endémicas del área para que se acoplen de mejor forma al proceso teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona, en este caso se aplican larvas de dos tipos así:

- ✓ Cabeza color rojo: los cuales se transforman en cucarrones. (Ver imagen 15).
- ✓ Cabeza color naranja: estos se transforman en escarabajos. (Ver imagen 16).

Imagen 15 Larva roja

Fuente: Autor

Foto de larva de escarabajo (*Oryctes nasicornis*).

Imagen 16 Larva naranja

Fuente: Autor

Foto larva cucaron – chisa (*Coleoptera: Scarabaeidae*).

Las larvas fueron recolectadas en el nor oreinte del Parque – Cementerio, este suelo es humedo con presencia de madera en descomposicion, entre la primera capa de tierra despues del pasto, caractericas que permiten el crecimiento de estas larvas endemicas de la zona.

Procedimiento muestra con acelerador casero M 4.

Previa a la investigación, se encontró la capacidad que tienen las bacterias “*lactobacilos*” como acelerante en la descomposición de residuos sólidos orgánicos como también el “...activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo. Estos microorganismos transforman la materia orgánica del suelo en minerales que la planta puede absorber. A la vez, estimulan el crecimiento de las raíces y ayudan a proteger las plantas de microorganismos dañinos. También proporciona nutrimentos a la tierra, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sílice”. (Guevara, M. Rivera, M, otros).

Los *lactobacilos*, son de género de bacterias gram positivas, estos descomponen la celulosa de los residuos biodegradables y reduce su volumen, es un microorganismo anaerobio, tiene bondades como degradador primario, produce ácido láctico el cual hace parte de los ácidos de cadena corta que sirve para contrarrestar varios tipos de enfermedades. (Biocontrol, 2016).

A las tres (3) muestras seleccionadas para la aplicación de acelerador casero se adiciona un litro (1 L) de cultivo lácteos por muestra diluido en dos litros (2L) de agua, cada veinte (20) días durante el tiempo del desarrollo del proyecto, controlando su humedad y oxigeno mediante volteos para evitar malos olores y mejorar la eficiencia del proceso. (Ver imagen 17).

Imagen 17 Aplicación acelerador casero



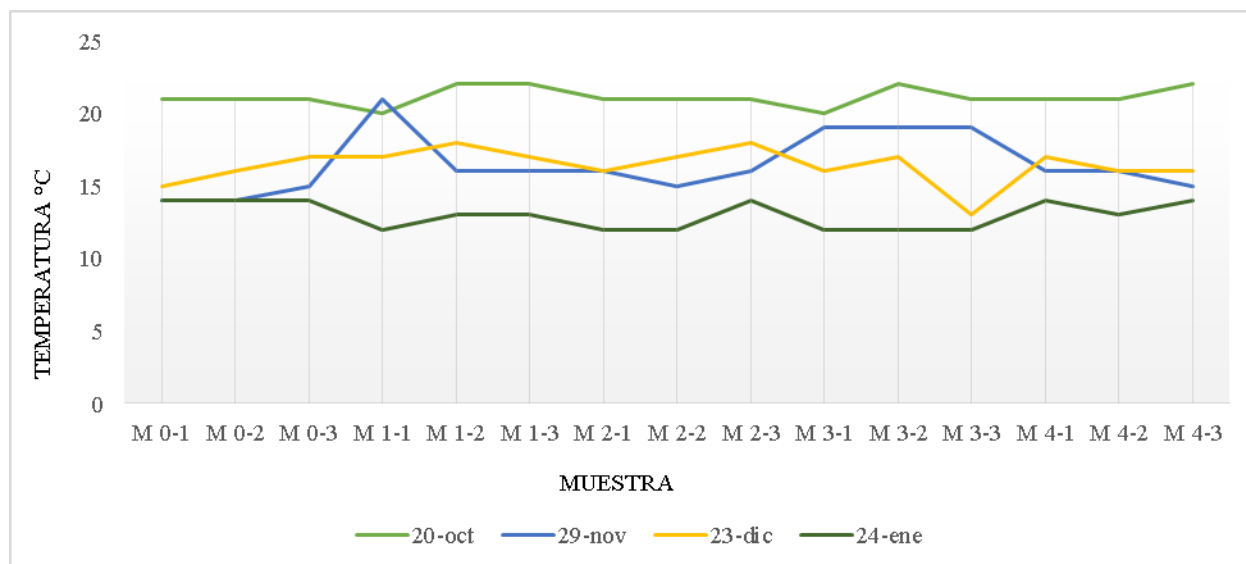
Fuente: Autor

Resultados de seguimiento y control

Durante el proceso se realizaron mediciones de humedad, pH y temperatura, una vez por mes, como un control y seguimiento al desarrollo de cada muestra.

A continuación, se muestran las tablas, gráficas y análisis de cada una de las mediciones realizadas.

Grafica 1 Medición temperatura en grados celsius



Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 1 se encuentra adjunta en el anexo 2 del presente documento.

Esta grafica nos muestra las fases del compostaje en su descomposicion durante el desarrollo del proyecto por cada tecnica.

Según el Manual de Compostaje del Agricultor (2013), las fases por las que atraviesa el compostaje son:

“Fase Mesófila. El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

Fase Termófila o de Higienización. Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

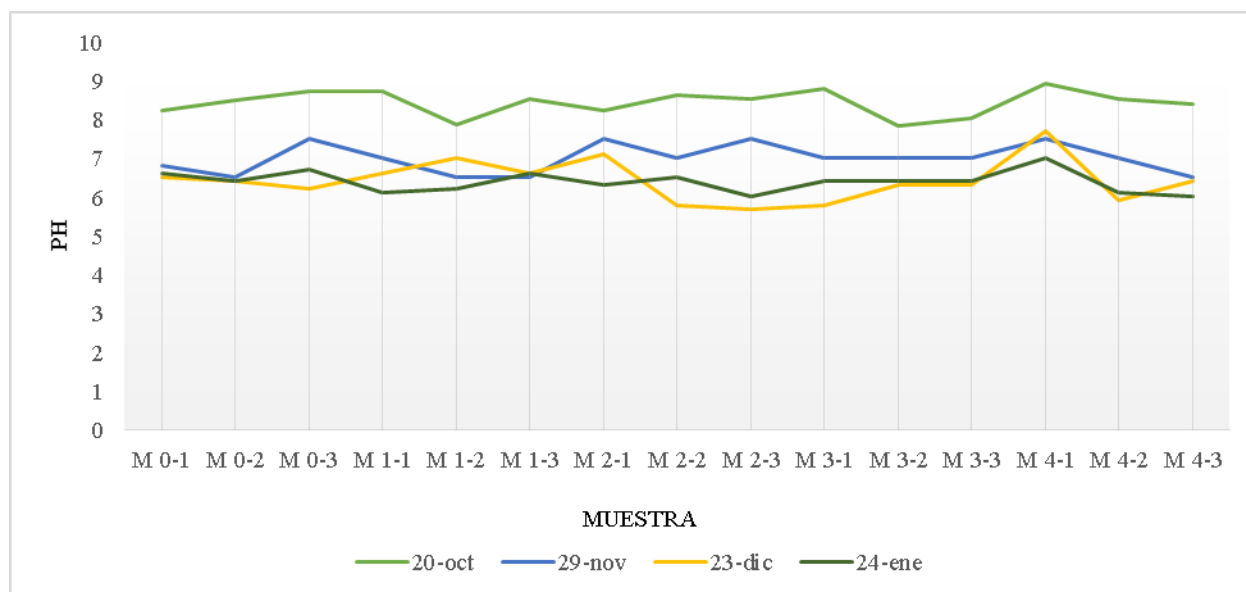
Fase de Enfriamiento o Mesófila II. Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

Fase de Maduración. Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos”.

Durante el desarrollo del proyecto se realiza un seguimiento periódico en parámetros de temperatura evidenciando la siguiente información: la fase mesofila inicio con una temperatura de 22°C; el pico máximo de esta fase no alcanzó el rango de temperaturas entre 45 - 60°C que generalmente se presentan en el compostaje, esto debido a que la cantidad de residuos orgánicos utilizados es una muestra pequeña, lo que causa no llegar a temperaturas más altas.

Aunque no se alcanzaron temperaturas de 45°C o más en la Fase Termófila, se evidencia el proceso de crecimiento de microorganismos a bacterias lo que demuestra un óptimo desarrollo en la degradación de residuos sólidos orgánicos.

Grafica 2 Medición pH



Fuente: Autor

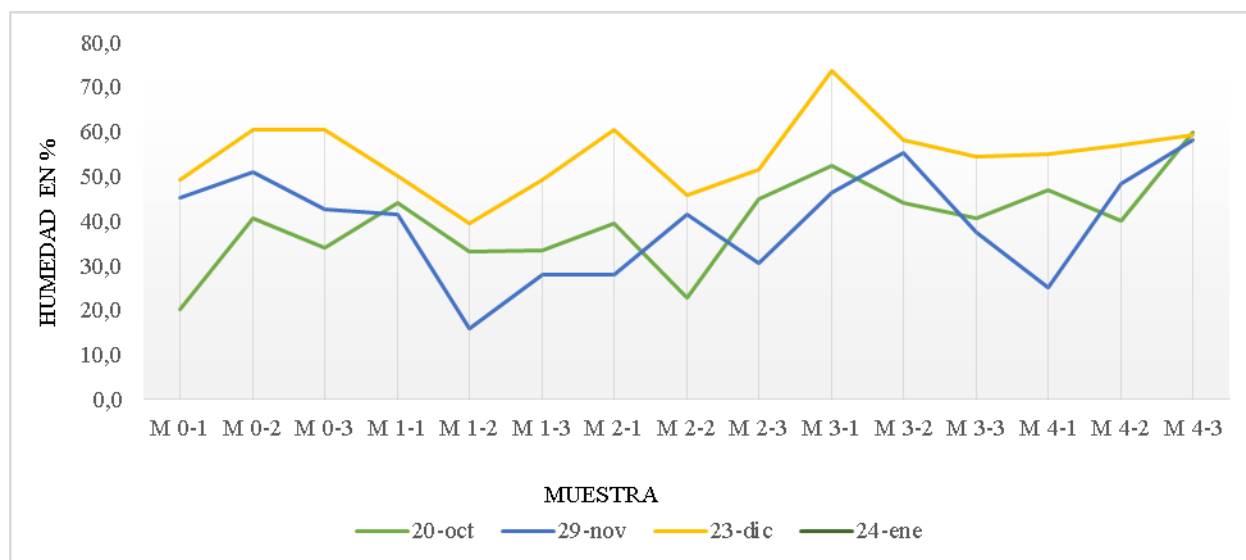
La tabla de registros de la gráfica 2 se encuentra adjunta en el anexo 3 del presente documento.

Según el Manual de Compostaje del Agricultor (2013), “el pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,07,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2”.

En el seguimiento realizado durante todo el desarrollo del proyecto se evidencia que el pH inicial esta sobre el rango ideal para el inicio del compostaje (entre 6,5 -8,0) ya que en promedio se obtuvo un pH de 8,4 en la primera toma de este parametro indicando alcalinidad mas alta.

Durante el proceso se encuentra que el pH desciende en promedio de la primera toma a la segunda de 8,4 a 6,9; de la segunda a la tercera de 6,9 a 6,4 y de la tercera a la ultima de 6,4 a 6,3, lo cual nos indica que el compost se encuentra en el rango ideal dentro de los parametros del compostaje determinados por el Manual de Compostaje del Agricultor.

Grafica 3 Medición humedad



Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 3 se encuentra adjunta en el anexo 4 del presente documento.

Según el Manual de Compostaje del Agricultor (2013), “La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres

vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver sección sobre Tamaño de Partícula). Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material.

El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base”.

Durante el primer control del porcentaje de humedad se encontraron muestras con porcentajes de 20 a 30% , información que permitía la toma de decisiones y acciones correspondientes a la humedad a cada muestra, como adicionar elementos que permitieran estabilizar este parámetro.

A continuación se ilustra las acciones tomadas frente a los inconvenientes que afectaron este parámetro.

- ✓ Exceso de humedad: Se presentó en una ruptura del techo del área experimental en temporada de lluvias, lo que afectó tres de las muestra ya que se inundaron como se evidencia en la imagen 18, como recurso de control se hace un drenado del exceso de agua en estas muestras y posteriormente se adiciona material orgánico seco, en este caso medio kilogramo (0,5 Kg) de aserrín, (Ver imagen 19).

Imagen 18 Inundación de muestras



Fuente: Autor

Imagen 19 Control de inundación



Fuente: Autor

- ✓ **Humedad insuficiente:** Por la influencia del sol en el área experimental donde no estaba cubierta se presentaron tres (3) muestras con baja humedad como se muestra en la imagen 20, como recurso de control se aplicó litro y medio (1,5 L) de los lixiviados que había generado la misma muestra o en su defecto agua. (Ver imagen 21).

Imagen 20 Humedad insuficiente



Fuente: Autor

Imagen 21 Control insuficiencia de humedad



Fuente: Autor

Resultados variables tiempo, costo y cantidad

Para las variables tiempo, costo y cantidad se realizó una matriz en la que se determinaron equivalentes numéricos para calificar cada variable de acuerdo a su comportamiento durante el desarrollo del proyecto, donde uno (1) es la calificación más baja y cinco (5) la calificación más alta.

Calificaciones de las variables:

Tabla 5 Calificación de las variables

Variable	Calificación
Tiempo (mes)	✓ 1 - más de seis (6) meses.
	✓ 2 - cinco meses y medio (5 1/2).
	✓ 3 – cinco (5) meses.
	✓ 4 – cuatro meses y medio (4 1/2).
	✓ 5 - Menos de cuatro (4) meses.
Costo (\$)	✓ 1 - más de \$ 140.000.
	✓ 2 - \$100.000.
	✓ 3 - \$65.000.
	✓ 4 - \$40.000.
	✓ 5 - de 0 a \$ 18.000.
Cantidad (Kg)	✓ 1 – entre 0 y 5 kg.
	✓ 2- entre 5,1 y 6 kg.
	✓ 3- entre 6,1 y 7 kg.
	✓ 4- entre 7,1 y 8 kg.
	✓ 5- de 8,1 kg en adelante.

Fuente: Autor

Tabla 6 Variables

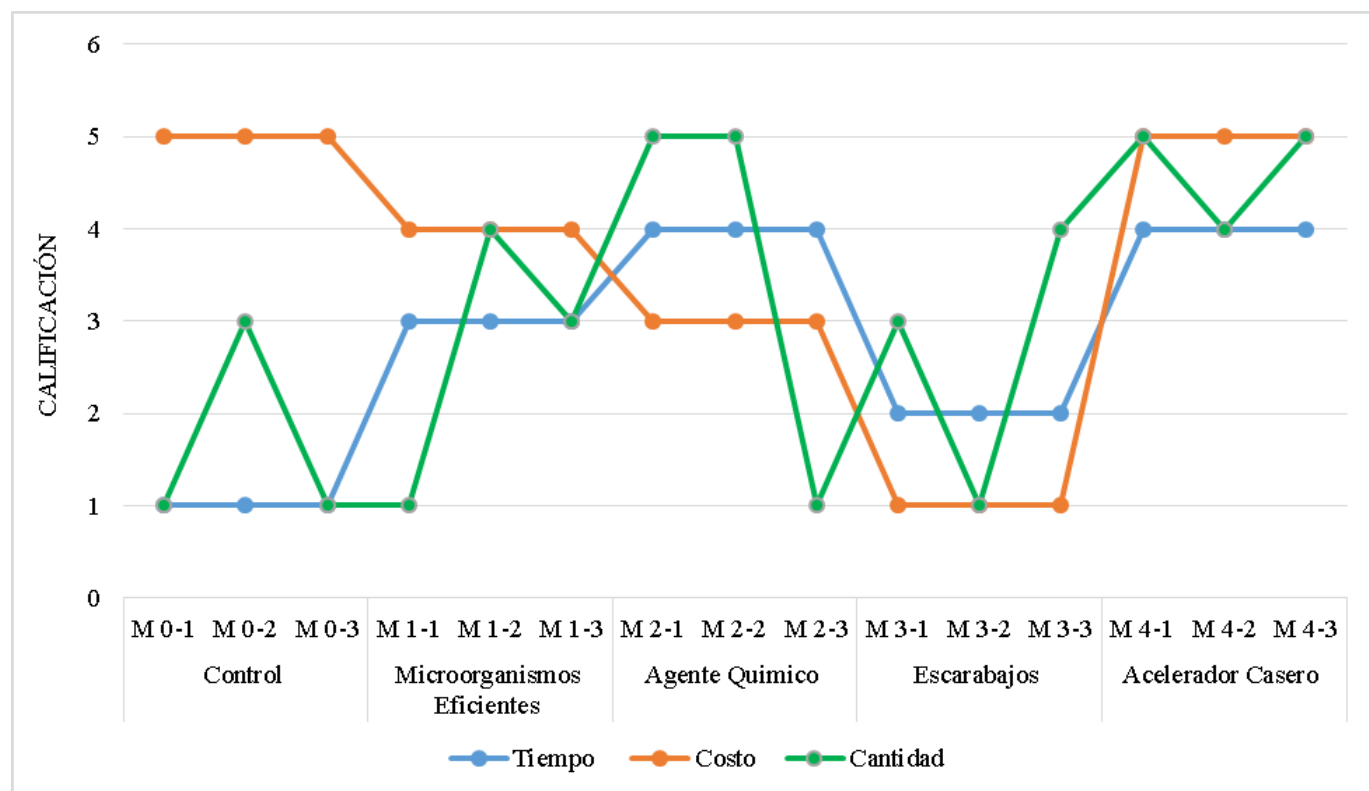
MUESTRA		TIEMPO	COSTO	CANTIDAD	PROMEDIO TOTAL
CONTROL	M 0-1	1	5	1	2,3
	M 0-2	1	5	3	3,0
	M 0-3	1	5	1	2,3
MICROORGANISMOS EFICIENTES	M 1-1	3	4	1	2,7
	M 1-2	3	4	4	3,7
	M 1-3	3	4	3	3,3
AGENTE QUIMICO	M 2-1	4	3	5	4,0
	M 2-2	4	3	5	4,0
	M 2-3	4	3	1	2,7
ESCARABAJOS	M 3-1	2	1	3	2,0
	M 3-2	2	1	1	1,3
	M 3-3	2	1	4	2,3
ACELERADOR CASERO	M 4-1	4	5	5	4,7
	M 4-2	4	5	4	4,3
	M 4-3	4	5	5	4,7

Fuente: Autor

Valor variable: tiempo, costo y cantidad corresponde a la calificación otorgada en la tabla 5.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la matriz, en los que se evaluaron todas las alternativa propuestas para el manejo de los residuos sólidos orgánicos y a lo planteado inicialmente, la comparación entre las variables tiempo, costo y cantidad con el fin de determinar cuál de las alternativas es las más viable para su implementación en el Parque – Cementerio.

Grafica 4 Análisis de resultado de las cinco alternativas utilizadas



Fuente: Autor

De acuerdo a la gráfica la calificación tiene una escala de 1 a 5 siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo.

Con el fin de tener un resultado concluyente como se muestra en la gráfica 4, se promedió el resultado de todas las variables, lo que evidencio que las muestras a las que se les aplicó acelerador casero tienen una calificación sobre 4 (alto) en todas las variables frente a las otras alternativas.

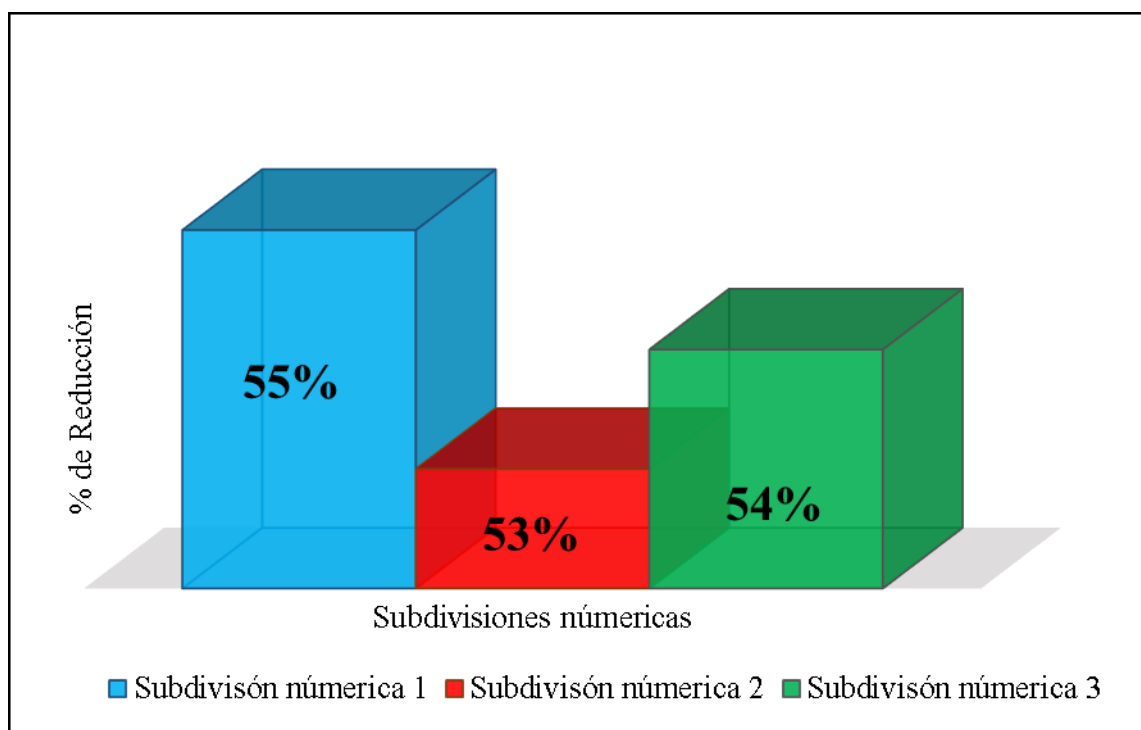
Resultados cantidad de las muestras en kilogramos

La cantidad de residuos sólidos orgánicos generados por el Parque - Cementerio para el año 2016 es de aproximadamente doscientos veintiséis kilogramos (226 Kg) mensuales. El proyecto

se plantea para el manejo de estos residuos de manera óptima con el fin de reutilizarlos, dar más espacio y vida útil a rellenos sanitarios en tiempo y espacio ya que esta sería su disposición final.

Al realizar el análisis, se observa una reducción en la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados por el Parque – Cementerio en un cincuenta y cinco por ciento (55%) y una reutilización del cuarenta y cinco por ciento (45%) utilizado como abono en el cuidado de las plantas en diseños paisajísticos dentro del Parque – Cementerio. La tabla de registros se encuentran adjuntos en el anexo 2 del presente documento. (Ver grafica 5).

Grafica 5 Porcentaje de reducción de residuos en cantidad

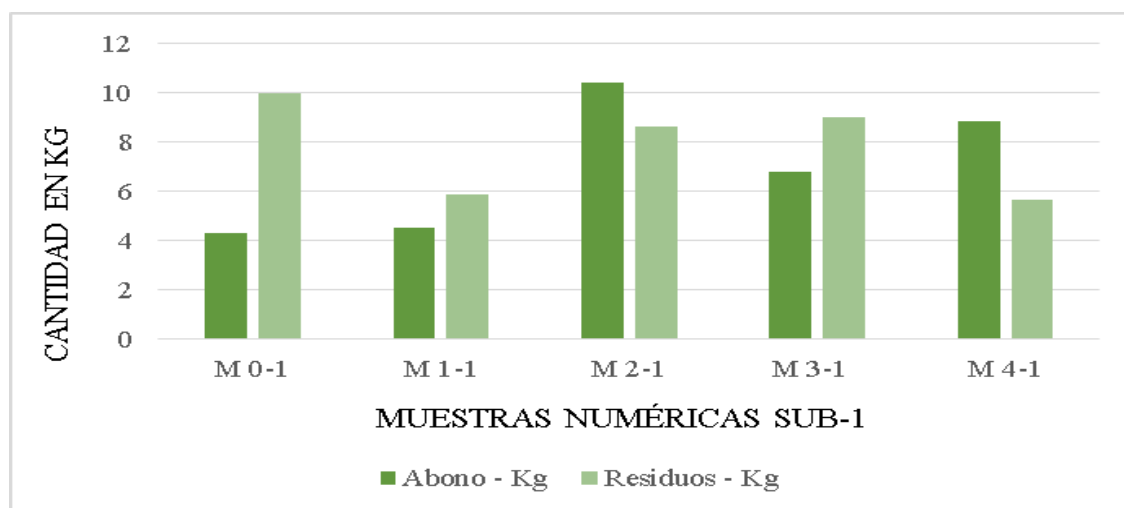


Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 5 se encuentra adjunta en el anexo 5 del presente documento.

Para las gráficas 6,7 y 8 tener en cuenta la tabla 4 nombre de muestras.

Grafica 6 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 1

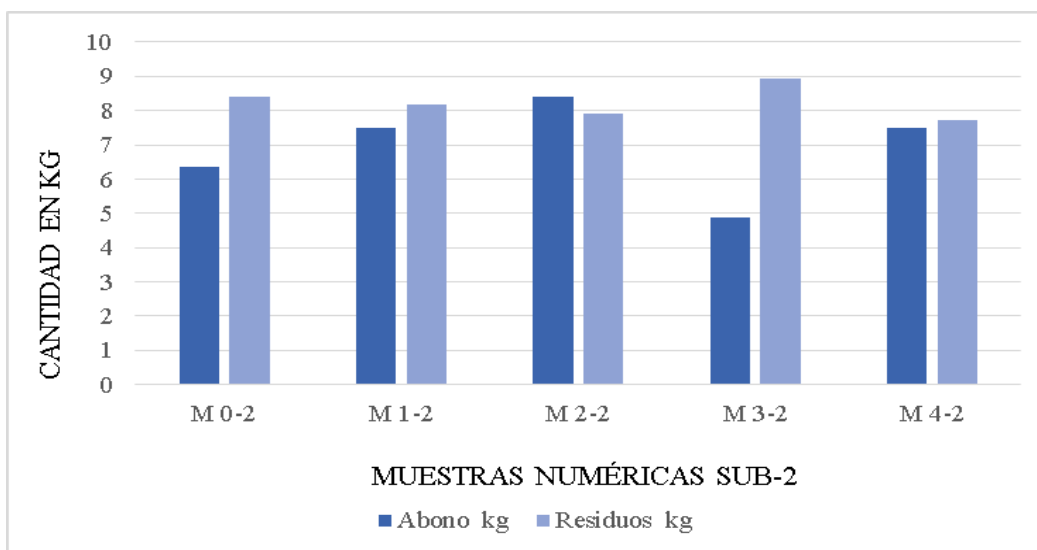


Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 6 se encuentra adjunta en el anexo 6 del presente documento

En cuanto a resultados de abono, como se evidencia en la grafica 6, las muestras con mayor producción de abono fueron M 2-1 con 10,43 Kg y M 4 -1 con 8,84 Kg, el menor resultado se presentó en la muestra M 0-1 con 4,3 Kg.

Grafica 7 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 2

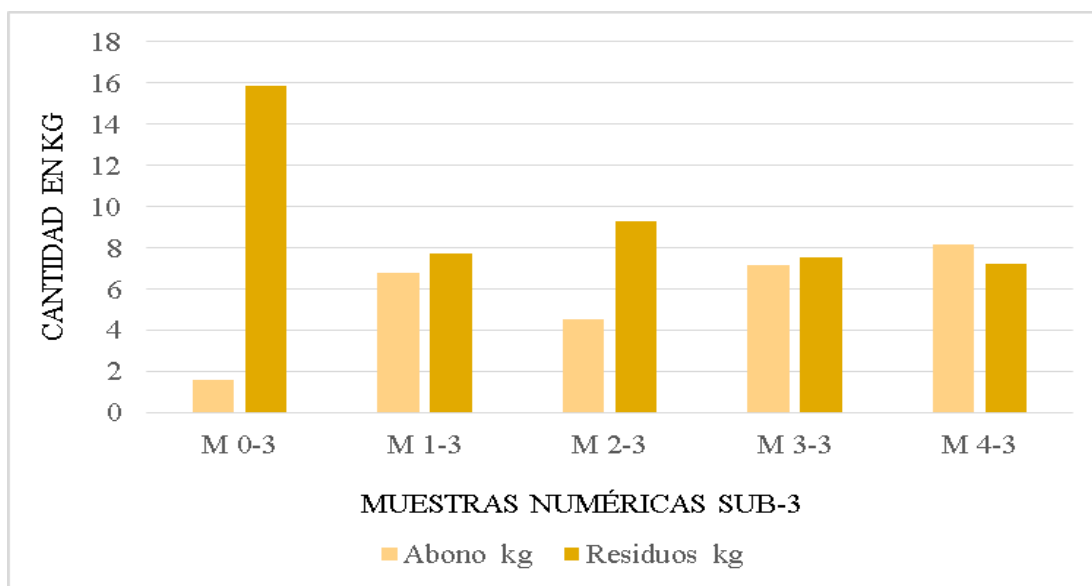


Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 7 se encuentra adjunta en el anexo 7 del presente documento

Para el caso de las muestras de la subdivisión numérica dos (2) la muestra con más producción de abono es: M 2-2 con 8,39 Kg y la de menor producción de abono es la muestra M 3-2 con 4,86 Kg.

Grafica 8 Resultados en cantidad muestras subdivisión numérica 3

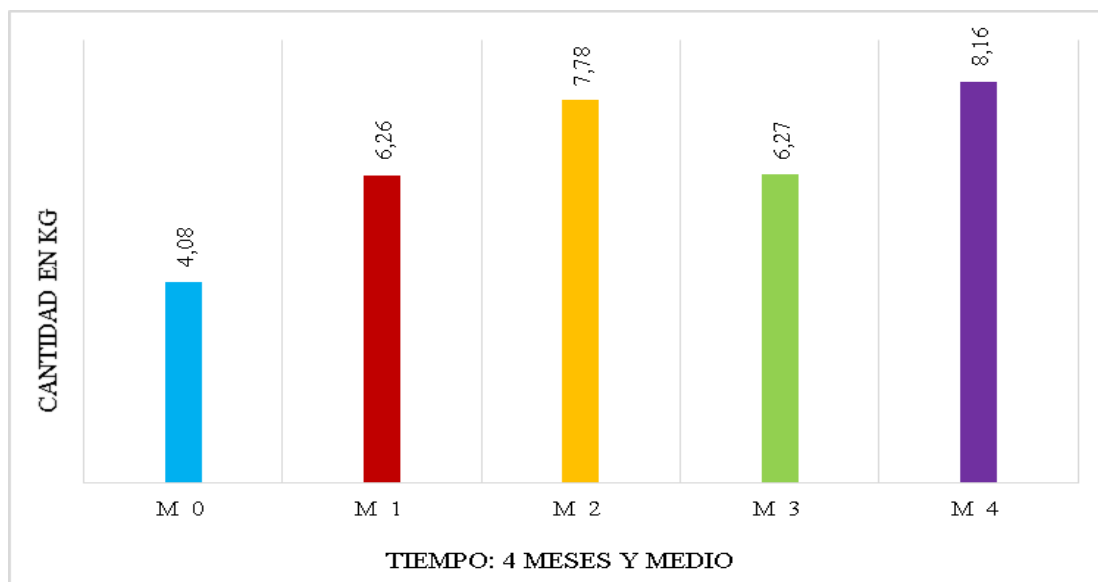


Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 8 se encuentra adjunta en el anexo 8 del presente documento.

En la gráfica 8, se evidencia que para la subdivisión numérica tres (3) la mayor producción abono es la muestra M 4-3 con ocho kilogramos dieciséis libras (8,16 Kg) y la menor producción de abono es la muestra M 0-3 con un kilogramo 58 gramos (1,58 Kg).

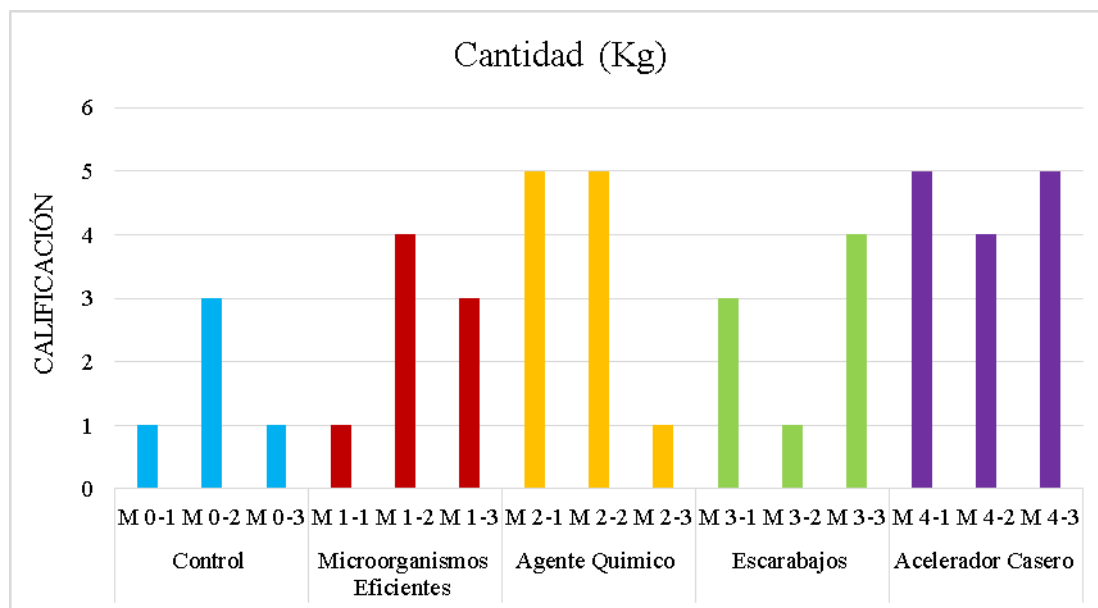
Grafica 9 Análisis datos cantidad en kilogramos de abono obtenido



Fuente: Autor

La tabla de registros de la gráfica 9 se encuentra adjunta en el anexo 9 del presente documento

Grafica 10 Calificación cantidad en kilogramos de abono obtenido



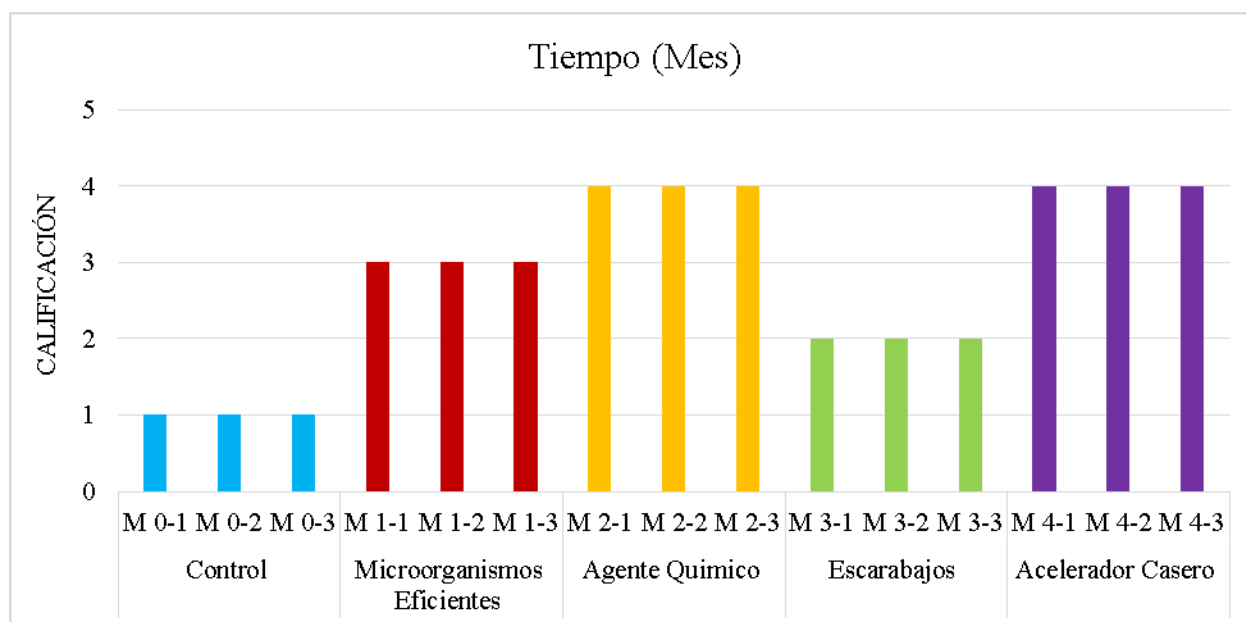
Fuente: Autor

La gráfica 10 corresponde a la calificación otorgada en la tabla 5.

En la gráfica 9 y 10 se muestra el promedio en kilogramos de la totalidad de muestras por alternativa en un periodo de tiempo de 4 meses y medio, en el que se evidencia que las alternativas M 0 son las de menor cantidad con 4,08 Kg y el de mayor cantidad la muestra M 4 con 8,16 Kg.

Resultados meses tiempo

Grafica 11 Calificación en tiempo



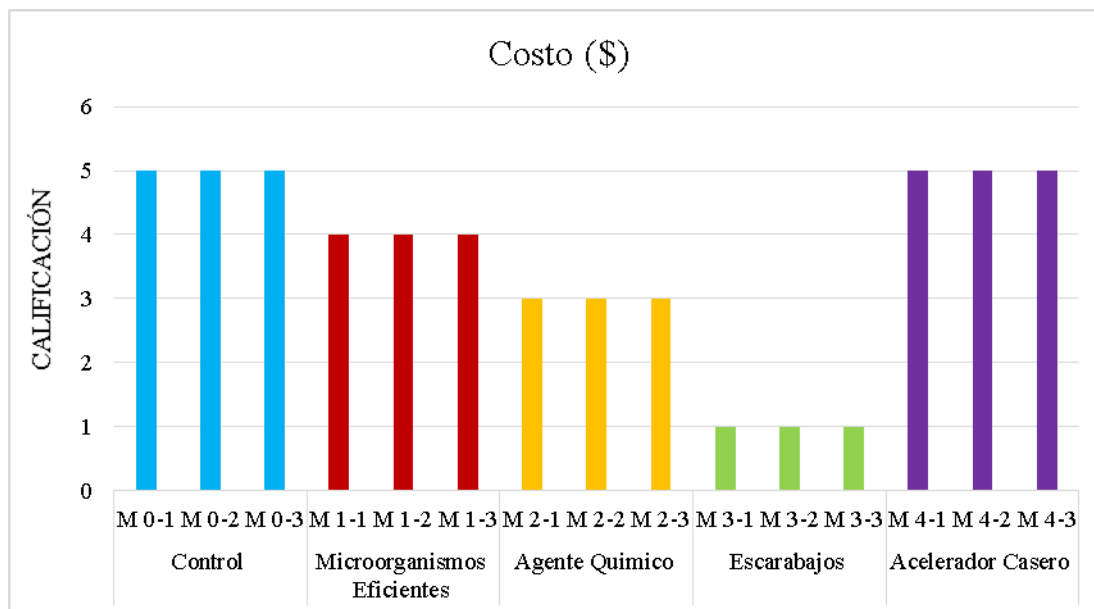
Fuente: Autor

La gráfica 10 corresponde a la calificación otorgada en la tabla 5.

Todas las muestras se desarrollaron en un tiempo de cuatro (4) meses, en la gráfica 11 se observa que entre alternativas el tiempo varía pero entre muestras por alternativa el tiempo fue el mismo, lo que evidencia que la muestra M 0 aún le falta tiempo al abono para llegar a su madurez, mientras que la muestra M 2 y M 4 obtuvo abono en menos tiempo llegando a su etapa final.

Resultados costo en pesos (\$)

Grafica 12 Calificación costo en pesos



Fuente: Autor

La gráfica 10 corresponde a la calificación otorgada en la tabla 5.

En cuanto al costo en pesos de cada alternativa para su implementación se observa que la para las alternativas M 0 y M 4 tienen un menor costo, mientras que las alternativas restantes obtuvieron un costo mayor.

Análisis económico

Dentro del planteamiento del proyecto se hizo necesario la compra de los elementos descritos a continuación.

Tabla 7 Análisis económico

NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tierra viva biobonos y medio ambiente	Cepa y sustrato biológico	3 bultos	\$140.000	\$420.000
Safer Grobiologicos S.A.S	Microorganismos eficientes y agente químico	2 (galón de 4 l)	\$53.900	\$107.800
Acelerante casero	Lactobacilos	12 litros	\$4.560	\$54.724
Hernandez Gallo Mario Ernesto	Plástico	50 metros	\$13.702	\$685.076
Rocka dotaciones	Overol piloto	2 unidades	\$77.000	\$154.000
Rocka dotaciones	Guantes carnaza	2 unidades	\$10.100	\$20.200
Rocka dotaciones	Guantes polietileno	2 unidades	\$8.000	\$16.000
Supermercado	Atomizadores	2 unidades	\$1.000	\$2.000
Droguería	Jeringas	2 unidades	\$700	\$1.400
Supermercado	Baldes de 5l	2 unidades	\$20.000	\$40.000
Ferretería	Cernidor	1 unidad	\$80.000	\$80.000
Ferretería	Peso	1 unidad	\$150.000	\$150.000
Supermercado	Palitos de pincho	3 paquetes de 100 unidades	\$3.000	\$9.000
Supermercado	Cinta aislante	2 rollos	\$2.000	\$4.000
		TOTAL	\$563.962	\$1.744.200

Fuente: Autor

Análisis financiero

Adicional a insumos y elementos de protección personal, se hizo necesario adecuar un área para el desarrollo del proyecto denominada Área Experimental, para la cual se utilizó mano de obra

en su elaboración; en la tabla 8 se muestra en detalle los costos y materiales utilizados en el marco global del proyecto.

Tabla 8 Análisis financiero

NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tierra viva biobonos y medio ambiente	Cepa y sustrato biológico	3 bultos	\$140.000	\$420.000
SAFER GROBIOLOGICOS S.A.S	Microorganismos eficientes y agente químico	2 (galón de 4 l)	\$53.900	\$107.800
Acelerante casero	Lactobacilos	12 litros	\$4.560	\$54.724
Hernandez Gallo Mario Ernesto	Plástico	50 metros	\$13.702	\$685.076
Personal parque – cementerio	Mano de obra x 15 días	1 persona	\$30.290	\$454.345
Rocka dotaciones	Overol piloto	2 unidades	\$77.000	\$154.000
Rocka dotaciones	Guantes carnaza	2 unidades	\$10.100	\$20.200
Rocka dotaciones	Guantes polietileno	2 unidades	\$8.000	\$16.000
Bus intermunicipal	Transporte	56 transportes	\$224.000	\$448.000
Desarrolladoras del proyecto	Mano de obra profesional x 7 meses	2 personas	\$1.866.667	\$3.733.333
Supermercado	Atomizadores	2 unidades	\$1.000	\$2.000
Droguería	Jeringas	2 unidades	\$700	\$1.400
Supermercado	Baldes de 5l	2 unidades	\$20.000	\$40.000
Ferretería	Cernidor	1 unidad	\$80.000	\$80.000
Ferretería	Peso	1 unidad	\$150.000	\$150.000
Supermercado	Palitos de pincho	3 paquetes de 100 unidades	\$3.000	\$9.000
Supermercado	Cinta aislante	2 rollos	\$2.000	\$4.000
TOTAL			\$2.684.918	\$6.379.878

Fuente: Autor

Análisis social

El Parque memorial Jardines de Santa Isabel S.A.S, tiene sus instalaciones administrativas en la ciudad de Tunja y su área operativa se encuentra ubicada en la vereda Poravita la cual está ubicada a menos de quince (15) minutos del municipio de Oicatá – Boyacá, al norte colinda con un criadero de cerdos, al sur con una estación de servicio, al oriente un sembrado de trigo y al occidente con tres (3) reservorios de agua, adicional el municipio cuenta con una población de 2.834 habitantes según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2015, el municipio cuenta en su zona urbana con sus servicios básicos, a la zona rural no llegan todos los servicios por lo que se hace necesario otras alternativas para suplir estos servicios.

La economía del municipio está basada en la agricultura, la cual en su mayor parte está representada por cultivos temporales, los cuales se utilizan como fuente de alimento para el ganado y el consumo local; el principal cultivo es el maíz. También existe cría de aves de corral y cerdos. Otras cosechas transitoria son: la pera, durazno, fresa y manzana, en cuanto a cultivos transitorios se destacan la siembra de trigo, arveja, avena, papa y cebada este último se destaca junto con el trigo pues el clima permite que se cultive fácilmente en esta región.(Alcaldía de Oicatá, 2016).

De acuerdo con la información suministrada por la Alcaldía de Oicatá, su ecología no es muy amplia, debido a que no cuenta con gran variedad de árboles y plantas de distintas especies existen algunas como son: Romero, Eucalitus, Elechos, Sauz, entre muchos otros; poseen muy pocos nacimientos de agua y quebradas con peligro de desaparecer aunque se cuida con la siembra de árboles a la orilla de su cauce que le ayudan a mejorar su estado, también cuentan con

aves como lo son: palomas, garzas, canarios y reptiles como: serpientes, lagartos, ranas y animales domésticos como ganado.

Análisis ambiental

El aumento en la generación de residuos sólidos asociado al crecimiento poblacional y las consecuencias del proceso de la globalización ha ocasionado una cultura consumista, trayendo como consecuencia el desarrollo de nuevas tecnologías apropiadas para la disposición final de residuos sólidos orgánicos que permitan un control racional de los impactos producidos por los mismos, aunque estas tecnologías no se implementen de forma organizada y masiva; adicionalmente se debe cumplir con el seguimiento estricto a la normativa ambiental. (Resolución 1045 de 2005, Decreto 1713 de 2002, entre otras).

Con el desarrollo de este proyecto se busca realizar una transformación y reducción de los residuos sólidos orgánicos como medida de buenas prácticas ambientales lo que permitirá un aumento de la vida útil del relleno sanitario de Pírgua ya que estos residuos tendrán una disposición final diferente.

El adecuado manejo de los lixiviados generados por el proceso son reutilizados como regulador de humedad en los momentos en que sea necesario, lo que impactará directamente al yacimiento del río Teatinos que atraviesa de oriente a occidente todas las instalaciones del Parque – Cementerio ya que no se verá afectado por la filtración de estos.

Con la socialización del proceso, los resultados obtenidos y su posterior desarrollo a gran escala, se busca impactar inicialmente al personal vinculado laboralmente creando una red de información guiada por ellos sobre buenas prácticas ambientales que llegue a los habitantes del municipio.

Referenciación legal

A continuación se hace relación de las leyes, decretos, resoluciones y normas vinculadas al proyecto y al Parque – Cementerio a tener en cuenta.

Tabla 9 Normatividad legal

ITEM	NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA
1	Ley 9 de 1979	Código sanitario Nacional
2	Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
3	Resolución 1164 de 2002	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares
4	Ley 430 de 1998 - artículo 10	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
5	Decreto 2811 de 1974- art 34.	Por el cual se dicta el Código Sanitario Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
6	Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
7	Resolución 1045 de	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de

2005 los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS,
y se toman otras determinaciones

- 8** Decreto 1713 de 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 relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Fuente: Autor: vista al público.

Conclusiones

Para el desarrollo del proyecto en su etapa inicial se realizó un reconocimiento de las áreas donde se están ejecutando los diferentes procesos de disposición final de residuos sólidos así como la ubicación del Área Experimental.

Se determinaron las siguientes alternativas para desarrollo del proyecto: muestra control (manejo actual), muestra con microorganismos eficientes, muestra con un agente químico, muestra con escarabajos y muestra con acelerador casero, igualmente se establecieron instrumentos con material reciclado para la estructura y ubicación de cada una de las muestras.

Para la disposición de las muestras se realizó un proceso previo de separación, aprovechamiento y transformación por medio del compostaje con aplicación de técnicas de biodegradación de los diferentes residuos sólidos orgánicos.

Se aplicaron las 5 (cinco) alternativas determinadas en la etapa inicial del proyecto para reducir la cantidad de residuos sólidos orgánicos, el volumen de reducción para todas las muestras fue igual o mayor a un 50%.

Las muestras que mejor resultado presentaron frente a la variable en cantidad fueron el agente químico y el acelerante casero, en función de tiempo las mejores muestras obtuvieron microorganismos eficientes, agente químico y el acelerante casero, para finalizar en la variable costo las muestras más económicas fueron muestra control y acelerante casero. Se concluye que la muestra con un puntaje máximo en todas las variables fue el acelerante casero.

Recomendaciones

El resultado actual tiene trazas de residuos de oasis, cauchos, paquetes de dulce entre otras, por lo que se hace necesario una socialización y capacitación para la adecuada separación desde la fuente.

Para la implementación del proyecto a gran escala se hace necesario construir un área específica de trabajo que permita el adecuado desarrollo y manejo de los residuos sólidos orgánicos generados por el Parque – Cementerio, que incluya:

- ✓ Espacio cubierto para la etapa inicial del proceso (Estructura tipo invernadero).
- ✓ Una trituradora industrial.
- ✓ Recolección de lixiviados.
- ✓ Adecuación de un sistema de riego para la alternativa seleccionada.

Se recomienda realizar un análisis del abono recolectado para determinar la calidad y características físico – químicas del mismo lo que permitirá definir los espacios óptimos para su posterior utilización.

Para la implementación del proyecto, es importante que lo realice por una persona capacitada en manejo de residuos sólidos orgánicos, ya que este proceso requiere seguimiento y control (pH, temperatura y humedad), con el fin de tomar decisiones oportunas para contrarrestar posibles imprevistos asociados al clima.

Bibliografía




- Abarrataldea. (s.f.). *Manual practico de Tecnicas de compostaje*. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de www.abarrataldea.org: <http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>
- Alcaldia de Oicata - Boyaca. (29 de Agosto de 2016). *Nuestro Municipio*. Obtenido de http://www.oicata-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml
- Biblioteca Agroecología. (s.f.). *Fundesyram*. Obtenido de Biodegradación con compostaje: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=672>
- Biocontrol (Dirección). (2016). *Preparacion y beneficios del Lactobacillus para mejorar suelo* [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=YilMpx2DBiY>
- Boletin agrario. (2009). *boletinagrario.com*. Obtenido de Compost: <https://boletinagrario.com/ap-6,compost,946.html>
- Clean up the world. (s.f.). *Cleanuptheworld.org*. Obtenido de A limpiar el mundo: http://www.cleanuptheworld.org/PDF/es/organic-waste_residuos-org-nicos_s.pdf
- Codelco Educa. (s.f.). Obtenido de Biolixiviación: https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/escolares_biolixiviacion.asp
- Ediciones Universidad Salamanca. (Enero de 2015). *dicciomed.eusal.es*. Obtenido de carbomo: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/carbono>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2010). Humedad. En V. P. Orosco Verdezoto, & M. M. Soria Guano, *Biodegradación de Vegetación Contaminada con Petróleo por Derrames en el Campamento Guarumo - Petroproduccion*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/225>
- Fair companies. (26 de Abril de 2011). Obtenido de Biodegradación: 10 métodos de recuperación ecológica: <https://faircompanies.com/articles/biorremediacion-10-metodos-de-recuperacion-ecologica/>
- Fundases. (2014). *Microorganismos Eficaces. Agrophos*. Fundación de asesorías para el sector rural. .
- Guevara Espinosa, M. D., Rivera Morales, M. C., Gonzalez, G. C., Zamora Lopez, M. E., Saldaña Blanco, M. d., Gonzalez Guzman , J. I., & Salazar Mendoza, M. L. (s.f.). Propuesta de un acelerador del proceso de compostaje para aplicacion en agricultura familiar. *Participación de la mujer en la ciencia*.
- ICONTEC. (05 de Mayo de 2009). Norma tecnica Colombiana GTC24. *Gestion ambiental - Residuos solidos. Guia para la sepracion en la fuente, 2,3,4 y 7*.

- Jaramillo Henao, G., & Zapata Marquez, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos solidos organicos en Colombia*. Universidad de Antioquia. Obtenido de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>
- Luna Freijoo, M. A., & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 31-40.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Gestion Integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales*. Bogota D.C., Colombia. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf
- Posada, R. H. (2012). *Procesos de biorremediacion*. Bogota: Universidad Nacional Abierta y a Distancia
- Posted by: Azor. (11 de Octubre de 2012). *yoreme's weblog*. Obtenido de Reciclado de residuos solidos: <https://yoreme.wordpress.com/2012/10/11/reciclado-de-residuos-solidos/>
- Real Academia Española. (2014). *Temperatura*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=ZQ9rRqa>
- Robayo, C. (2012). *Diseñor de rellenos sanitarios*. Bogota : Universidad Naciona Abierta y a Distancia.
- Rodriguez Salinas, M. A., & Cordova y Vasquez, A. (2006). *Manual de compostaje municipal, Tratamiento de residuos solidos urbanos*. Mexico: Instituto Nacional de Ecologia (INE-SEMARNAT). Obtenido de <http://www.resol.com.br/cartilha5/Manual%20de%20Compostaje-SERMANAT-Mexico.pdf>
- Sainca. (20 de Octubre de 2016). *www.saincaambiente.com*. Obtenido de El Fascinante Mundo de la Microbiología en la Bioconversión de Desechos.: http://saincaambiente.com/index.php?option=com_content&view=article&id=25:articulos-de-interes&catid=2&Itemid=469&showall=&limitstart=1
- Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios. (2011). Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia. 14. Bogotá D.C., Colombia: SSPD.
- Sztern, D., & Pravia, M. (s.f.). *Manual para la elaboracion de compost-bases conceptuales y procedimientos*. Oficina de planeamiento y presupuesto - unidad de desarrollo municipal. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>
- Universidad Naciona de Colombia. (2009). Biodisponibilidad. En K. Torres Delgado, & T. Zuluaga Montoya, *BIODEGRADACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS* (pág. 40). Medellín.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. (s.f.). Investigación Comparativa. En M. L. Palencia Avendaño, *Metodología de la investigación* (pág. 82).

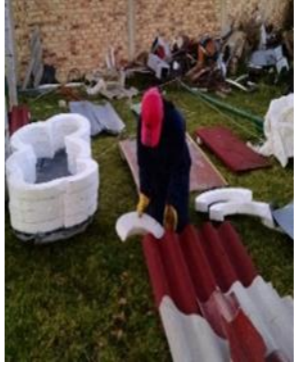





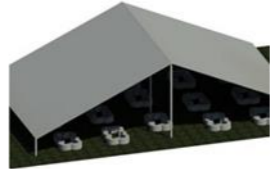
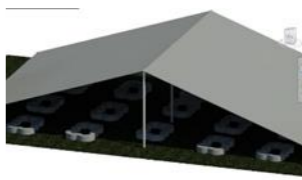
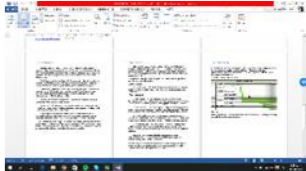
- Universidad Nacional de Colombia. (2010). *Guia para el manejo de los productos de tala, poda y roceria*. Medellin, Colombia. Obtenido de http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/CARTILLA_TALA_PODA_Y_ROCERIA.pdf
- Viasus, G. (2000). *Tesis de Grado. Abono Orgánico y Otro Subproducto a Partir de Escarabajos*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Química.
- Viasus, G. (2014). *Tierra viva escarabajos*. Obtenido de <http://www.tierravivaescarabajos.com/>










Anexos










Anexo 1 Bitácora de actividades













FORMATO DE SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES - PARQUE MEMORIAL JARDINES SANTA ISABEL S.A.S.								
NOMBRE DEL PROYECTO:			APLICABILIDAD DE 5 (CINCO) ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS BIODEGRADABLES EMPLEANDO TÉCNICAS DE COMPOSTAJE Y BIODEGRADACIÓN PARA EL PARQUE MEMORIAL JARDINES SANTA ISABEL S.A.S., UBICADO EN LA VEREDA PORAVITA MUNICIPIO DE OICATÁ – BOYACÁ.					
OBJETIVO GENERAL:			Aplicar cinco alternativas para el manejo de los residuos biodegradables empleando técnicas de compostaje y biodegradación para el Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S., ubicado en la vereda Poravita municipio de Oicatá – Boyacá.					
ITEM	DIA DE VISITA PROGRAMADA	HORA	ACTIVIDAD CRONOGRAMA	ACTIVIDAD REALIZADA	OBSERVACIONES	EVIDENCIA		
						IMAGEN 1	IMAGEN 2	IMAGEN 3
1	07 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 8:00 am	Reconocimiento de las instalaciones del Parque Memorial Jardines Santa Isabel S.A.S.	Se realizó una reunión donde se socializó el proyecto ante la gerencia del Parque-Cementerio el cual fue aceptado teniendo en cuenta a los requerimientos de la Secretaría de Salud Municipal.	Se autoriza por parte de la gerencia del Parque – Cementerio el inicio del proyecto APLICABILIDAD DE 5 (CINCO) ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS BIODEGRADABLES EMPLEANDO TÉCNICAS DE COMPOSTAJE Y BIODEGRADACIÓN PARA EL PARQUE MEMORIAL JARDINES SANTA ISABEL S.A.S., UBICADO EN LA VEREDA PORAVITA MUNICIPIO DE OICATÁ – BOYACÁ., como también el apoyo en elementos de protección personal para las estudiantes y el suministro de los componentes necesarios para el desarrollo del proyecto.			










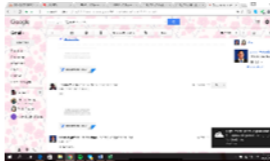
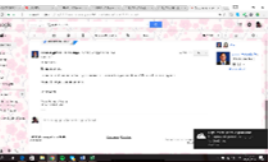




2	09 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 4:00 pm	Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas .	Se visitó la instalación asignada para el proyecto en el Parque – Cementerio. Con el material reutilizado de icopor (coronas florales) se formaron 13 estructuras, con la unión de 6 piezas como se muestra en las tres fotos de esta visita.	Ninguna			
3	13 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:20 am Salida: 9:00 am	Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas .	Se realizó la solicitud de los siguientes elementos: -Cubierta para el espacio donde se ubicaran las muestras. -Mangueras y botellas para recolección de lixiviado. -Plástico para la cubierta independiente de cada muestra. -Molino eléctrico. -Peso o balanza. -Palas de jardinería. Para completar la cantidad de muestras necesarias se formaron dos más para un total de 15 muestras.	Una vez hecha la solicitud se informó que estos materiales estarían disponibles el día viernes 16 de Septiembre de 2016.			
4	16 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas .	Ubicación definitiva del área experimental; se definió el espacio físico y se dieron las especificaciones para la cubierta y protección de posibles vectores. Se realizó una prueba de peso y cantidades de las capas que posteriormente se utilizarán en el armado de las muestras.	Se solicitó que las hojas secas estén cerca del área experimental. Seguimos en la espera de la compra de la trituradora para seguir con el proceso			
















5	23 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 2:30 pm Salida: 5:30 pm		Se realizó la ubicación de cada muestra en el predio ya cerrado. Se realizó el desnivel de cada muestra para la recolección de lixiviado con material reutilizado. Se tomaron las medidas del plástico a utilizar (ancho 2,50 mt y largo 4.30 mts, las medidas del predio del área experimental son de 7mt x 7,40 mt.	En reunión en la oficina con el Ingeniero German Viasús Tibamoso, quien es el gerente general de la empresa Tierra Viva en el que se trabaja con zoo cría para la generación de abono orgánico. En dicha reunión se socializó por parte del Ingeniero que para la aplicabilidad de esta alternativa es necesario la caracterización y recolección de larvas a utilizar buscándolas en un cultivo de papa cerca al Parque – Cementerio. Para la implementación de esta alternativa es necesario que por cada muestra recolectar 100 larvas. Adicional es necesario que se adquiera una cepa biológica de aditivos para la estimulación de la zoo cría.			
6	27 DE SEPTIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 12:30 pm	Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas.	Realización de un sistema para acumulación y recolección de lixiviado para las 15 muestras con material reutilizado como se evidencia en las fotos dos y tres.	Se culminó el cierre del techo del área experimental faltando el encerramiento de los costados en malla.			
7	04 Y 05 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 2:00 pm Salida: 6:00 pm	Alistamiento para el desarrollo de las 5 alternativas.	Revisión de la bitácora de actividades desde el inicio del proyecto. Revisión y actualización del documento guía en el cual se plasma el desarrollo y avance del proyecto. Realización del diseño en 3D por medio del programa Revit, de la disposición y ubicación de las muestras del área experimental.	Inicialmente se había socializado la autorización de la compra de una trituradora industrial, el día 04 de Octubre se nos informa por parte del director de proyecto el Ingeniero Cesar Guarín que el presupuesto para dicha compra fue modificado.			













8	10 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Recolección de Residuos Orgánicos.	<p>Se realiza la recolección y separación de los residuos vegetales de los residuos plásticos, icopor, oasis, botellas, jarrones, etc. encontrados en el parque – cementerio; recolectando únicamente los residuos vegetales como: flores y poda</p> <p>Adicional se realiza la recolección de hojas secas para la capa seca de las muestras.</p>	Definir la mejor herramienta para disminuir el tamaño de los residuos vegetales.			
9	11 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 5:00 pm	Trituración de residuos orgánicos.	<p>Se efectuó la separación de los residuos vegetales y las hojas secas con ayuda de una podadora para que el tamaño de los residuos sea de menor tamaño.</p> <p>Se hace el montaje de las 15 muestras las cuales se formaron así: Capa de material seco Capa de tierra negra Capa de residuos vegetales Capa de material seco</p>	Pendiente de la llegada de insumos para terminar el montaje de las muestras.			
10	20 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 8:30 am Salida: 4:00 pm	Volteo y seguimiento de composta.	<p>Una vez en el parque y con el acompañamiento del Ingeniero German Viasus, se realiza el montaje de la primera muestra de escarabajos con las larvas recolectadas un promedio de entre 80 a 90, todo esto de acuerdo al procedimiento e indicaciones dadas por el Ingeniero German. Se realiza toma de temperatura con ayuda de un termómetro de mercurio y muestreo de cada una de las muestras para determinar pH (SoilStik).</p>	Se programó y se realiza la visita en la finca en el municipio de Toca- Paramo hora de salida las 8:30 a.m. y regreso la 1:00 p.m., con el fin de realizar la recolección de larvas (chizas), para el montaje de la primera muestra, como resultado se tiene una cantidad aproximada de 80 a 90 larvas.			













11	22 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 9:00 am Salida: 10:00 Am	Revisión avance del proyecto.	Se realizaron observaciones al documento inicial por parte del asesor del proyecto, como finalización de la revisión se agregaron dos objetivos y se determinó que se debe incluir los instrumentos para el desarrollo del proyecto en campo.	Objetivos incluidos: * Reconocer las alternativas e instrumentos para desarrollar adecuadamente la aplicación de las 5 (cinco) alternativas en el desarrollo del proyecto. * Analizar y comparar resultados obtenidos de variables en función de calidad, tiempo, y costo del producto final.			
12	25 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 5:00 pm	Volteo y seguimiento de composta.	Búsqueda y recolección de larvas para el montaje de la 2 muestra de escarabajos Montaje de la 1 muestra de: -Microorganismos eficientes -Agente Químico -Acelerante casero	Pendiente el montaje de la última muestra de escarabajos y la segunda de Microorganismos eficientes, Agente Químico, Acelerante casero. El lixiviado resultante de la primera muestra de larvas se reincorpora a la misma.			
13	31 DE OCTUBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 12:30 m	Volteo y seguimiento de composta.	Búsqueda y recolección de larvas para el montaje de la 3 muestra de escarabajos Montaje de la 2 muestra de: -Microorganismos eficientes -Agente Químico -Acelerante casero	Debido a factores climáticos la muestra M 4-1 (acelerante casero) se vio afectada por las torrenciales lluvias. Se hace la solicitud de cubrir la perforación en el techo afectado en el área experimental El lixiviado resultante de la segunda muestra de larvas se reincorpora a la misma Pendiente el montaje de la 3 muestra de Microorganismos eficientes, Agente Químico, Acelerante casero			

14	04 NOVIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 6:00 p.m.	Volteo y seguimient o de composta.	Toma de muestras para medición de temperatura, pH y humedad. Volteos a todas las muestras. Se agregó microorganismos a las muestras M 1 Y M 2. Se restauró la muestra M 4 1 ya que se vio afectada por inconvenientes climáticos, reacomodando la estructura de la misma generando una elevación más inclinada para una mejor y más rápida recolección de líquidos, adicional se le agregó aserrín para equilibrar la humedad. Se agregó acelerante casero a la muestra M 4 3	Pendiente la revisión la muestra M 4 1, por los ajustes realizados. Para la determinación del porcentaje de humedad del suelo se realiza el procedimiento en las instalaciones del laboratorio de la UNAD.			
15	11 NOVIEMBRE DE 2016	Ingreso: 2:00 pm Salida: 4:00 pm	Volteo y seguimient o de composta.	Se restauró la cama M 1 1 ya que se vio afectada por inconvenientes climáticos, reacomodando la estructura de la misma generando una elevación más inclinada para una mejor y más rápida recolección de líquidos. Se agregó microorganismos a las muestras M 1 Y M 2	Debido a los inconvenientes por filtración de agua, factores climáticos y con el fin de realizar volteos en las muestras M 0 Y M 4, se solicita la ampliación de la cubierta del área experimental en dos metros más de largo.			
16	15 NOVIEMBRE DE 2016	Ingreso: 11:00 am Salida: 4:30 pm	Volteo y seguimient o de composta.	Volteos a todas las muestras. Se agregó microorganismos a las muestras M 1 Y M 2. Se agregó acelerante casero a las muestras M4. Se trasladaron todas las muestras M 0 Y M4, a la parte frontal del área experimental. Se ajustó la humedad de la totalidad de las muestras.	Pendiente la instalación de la cubierta del área experimental en dos metros más de largo.			
17	21 NOVIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimient o de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			

18	29 NOVIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 5:00 pm	Volteo y seguimient o de composta.	Toma de muestras para medición de temperatura, pH y humedad, posterior análisis en el laboratorio. Volteos a todas las muestras Se agregó microorganismos eficientes y agente químico a las muestras M 1 Y M 2, respectivamente.	Arreglo del techo del área experimental			
19	05 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimient o de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Arreglo del techo del área experimental			
20	13 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimient o de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Se realizó el arreglo de la totalidad techo del área experimental			
21	20 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 8:00 am Salida: 10:00 am	Revisión avance del proyecto.	Se realizaron observaciones al documento inicial por parte del asesor del proyecto.	Próxima visita para revisión 28 de Enero de 2017.			
22	21 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 amSalida: 10:00 am	Volteo y seguimient o de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			

23	23 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 5:00 Pm	Volteo y seguimiento de composta.	Toma de muestras para medición de temperatura, pH y humedad, posterior análisis en el laboratorio. Volteos a todas las muestras Se agregó microorganismos eficientes y agente químico a las muestras M 1 Y M 2, respectivamente.	Ninguna			
24	27 DE DICIEMBRE DE 2016	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			
25	03 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			
26	10 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos eficientes, agente químico y acelerante casero a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			
27	17 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			

28	24 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 5:00 Pm	Volteo y seguimiento de composta.	Toma de muestras para medición de temperatura, pH y humedad, posterior análisis en el laboratorio. Volteos a todas las muestras Se agregó microorganismos eficientes y agente químico a las muestras M 1 Y M 2, respectivamente.	Ninguna			
29	28 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 8:00 am Salida: 12:00 m	Revisión avance del proyecto.	Se realizaron observaciones al documento inicial por parte del asesor del proyecto. 1. Estructura final de documento 2. Se determinó describir con mayor amplitud el desarrollo, análisis, seguimiento de todas las muestras. 3. Articular las gráficas, imágenes y tabla en la redacción del texto.	De acuerdo a retroalimentación del asesor el avance final del documento está en un 30%, se programa siguiente revisión 28 de Febrero de 2017.			
30	31 DE ENERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 10:00 am	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos eficientes y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental. Visita por parte del ingeniero German Viasus en el que se inspecciono el estado y evolución de las muestras M – 3.	Observaciones muestras M-3:M 3-1 Y M 3-2, presentan la transformación esperada. M 3-3, No presento las condiciones necesarias para el adecuado desarrollo de las larvas, por lo mismo y para su mejora se plantea que al momento de retirar las larvas de las muestras M 3-1 Y M3-2 se agreguen estas larvas a la muestra M 3-3- con el fin de mejorar las condiciones para alcanzar el resultado esperado en esta muestra.			
31	04 DE FEBRERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Volteo y seguimiento de composta.	Se agregan microorganismos eficientes y agente químico a todas las muestras correspondiente con sus respectivos volteos. Observación de control y seguimiento al estado de las muestras del área experimental.	Ninguna			

32	11 DE FEBRERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Recolección de composta.	Se realiza recolección de composta de las muestras M 0 1- M 1 1 - M 2 1 - M 3 1 Y M 4 1	Se pesa la cantidad de abono recolectado y los desechos sobrantes de cada muestra			
33	18 DE FEBRERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Recolección de composta.	Se realiza recolección de composta de las muestras M 0 2- M 1 2 - M 2 2 - M 3 2 Y M 4 2	Se pesa la cantidad de abono recolectado y los desechos sobrantes de cada muestra			
34	25 DE FEBRERO DE 2017	Ingreso: 7:00 am Salida: 1:00 pm	Recolección de composta.	Se realiza recolección de composta de las muestras M 0 3- M 1 3 - M 2 3 - M 3 3 Y M 4 3	Se pesa la cantidad de abono recolectado y los desechos sobrantes de cada muestra			
35	28 DE FEBRERO DE 2017	Ingreso: 8:00 am Salida: 1:00 pm	Revisión avance del proyecto.	Se realizaron observaciones al documento inicial por parte del asesor del proyecto. 1. Estructura final de documento 2. Se hizo una exposición del proyecto. 3. Corrección en diapositivas para la sustentación.	De acuerdo a retroalimentación del asesor el próximo 25 de Marzo de 2017, se realiza una pre-sustentación y entrega del 100% del documento final.			

Anexo 2 Datos temperatura

Temperatura en Grados Celsius

Fecha/ Muestra	M 0-1	M 0-2	M 0-3	M 1-1	M 1-2	M 1-3	M 2-1	M 2-2	M 2-3	M 3-1	M 3-2	M 3-3	M 4-1	M 4-2	M 4-3
20/10/2017	21	21	21	20	22	22	21	21	21	20	22	21	21	21	22
29/11/2017	14	14	15	21	16	16	16	15	16	19	19	19	16	16	15
23/12/2017	15	16	17	17	18	17	16	17	18	16	17	13	17	16	16
24/01/2017	14	14	14	12	13	13	12	12	14	12	12	12	14	13	14

Fuente: Autor

Anexo 3 Datos pH

Fecha/ Muestra	pH														
	M 0-1	M 0-2	M 0-3	M 1-1	M 1-2	M 1-3	M 2-1	M 2-2	M 2-3	M 3-1	M 3-2	M 3-3	M 4-1	M 4-2	M 4-3
20/10/2017	8,2	8,5	8,7	8,7	7,8	8,5	8,2	8,6	8,5	8,7	7,8	8,0	8,9	8,5	8,3
29/11/2017	6,8	6,5	7,5	7	6,5	6,5	7,5	7	7,5	7	7	7	7,5	7	6,5
23/12/2017	6,5	6,4	6,2	6,6	7	6,6	7,1	5,8	5,7	5,8	6,3	6,3	7,7	5,9	6,4
24/01/2017	6,6	6,4	6,7	6,1	6,2	6,6	6,3	6,5	6	6,4	6,4	6,4	7	6,1	6

Fuente: Autor

Anexo 4 Datos Humedad

Humedad en Porcentaje

Fecha/ Muestra	M 0-1	M 0-2	M 0-3	M 1-1	M 1-2	M 1-3	M 2-1	M 2-2	M 2-3	M 3-1	M 3-2	M 3-3	M 4-1	M 4-2	M 4-3
20/10/2017	20,2	40,4	33,7	44	33,0	33,4	39,3	23	44,7	52,2	43,8	40,4	46,8	39,8	59,7
29/11/2017	45,1	50,9	42,5	41,3	15,8	27,8	27,7	41,2	30,5	46,2	55,1	37,4	25	48,1	58,1
23/12/2017	49	60,2	60,2	50	39,3	49,1	60,4	45,7	51,4	73,6	58,1	54,3	54,9	56,9	59,0

Fuente: Autor

Anexo 5 Porcentaje reducción

Reducción de Volumen

<i>Muestra</i>	Volumen en Kg (Abono + Residuos)	% Reducción	promedio % de reducción
<i>M 0-1</i>	14,27	60%	
<i>M 1-1</i>	10,39	68%	
<i>M 2-1</i>	19,04	44%	55%
<i>M 3-1</i>	15,77	44%	
<i>M 4-1</i>	14,5	60%	
<i>M 0-2</i>	14,74	59%	
<i>M 1-2</i>	15,64	57%	
<i>M 2-2</i>	16,32	55%	53%
<i>M 3-2</i>	13,78	38%	
<i>M 4-2</i>	15,19	58%	
<i>M 0-3</i>	17,45	52%	
<i>M 1-3</i>	14,51	60%	
<i>M 2-3</i>	13,82	62%	54%
<i>M 3-3</i>	14,73	41%	
<i>M 4-3</i>	15,41	57%	

Fuente: Autor

Cada muestra tiene un total de 36 kilogramos iniciando el proceso.

Anexo 6 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-1**Cantidad en Kg - Subdivisión numérica sub-1**

Muestra	Abono - Kg	Residuos - Kg
M 0-1	4,3	9,97
M 1-1	4,5	5,89
M 2-1	10,43	8,61
M 3-1	6,77	9
M 4-1	8,84	5,66

Fuente: Autor

Anexo 7 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-2

Cantidad en Kg - Subdivisión numérica sub-2		
Muestra	Abono kg	Residuos kg
M 0-2	6,35	8,39
M 1-2	7,48	8,16
M 2-2	8,39	7,93
M 3-2	4,86	8,92
M 4-2	7,48	7,71

Fuente: Autor

Anexo 8 Resultado en cantidad subdivisión numérica Sub-3**Cantidad en Kg - Subdivisión numérica sub-3**

Muestra	Abono kg	Residuos kg
M 0-3	1,58	15,87
M 1-3	6,8	7,71
M 2-3	4,53	9,29
M 3-3	7,17	7,56
M 4-3	8,16	7,25

Fuente: Autor

Anexo 9 Cantidad en kilogramos de abono obtenido

Cantidad en kilogramos de abono obtenido

<i>Muestra</i>	Abono Kg	promedio por muestra Kg
<i>M 0-1</i>	4,3	
<i>M 0-2</i>	6,35	4,08
<i>M 0-3</i>	1,58	
<i>M 1-1</i>	4,5	
<i>M 1-2</i>	7,48	6,26
<i>M 1-3</i>	6,8	
<i>M 2-1</i>	10,43	
<i>M 2-2</i>	8,39	7,78
<i>M 2-3</i>	4,53	
<i>M 3-1</i>	6,77	
<i>M 3-2</i>	4,86	6,27
<i>M 3-3</i>	7,17	
<i>M 4-1</i>	8,84	
<i>M 4-2</i>	7,48	8,16
<i>M 4-3</i>	8,16	

Fuente: Autor