

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

16-

FECHA	Lunes, 30 de Julio de 2020
--------------	----------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativá

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
------------------------	----------------------

TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental
---------------------------	----------------------

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
AVELLANEDA NIÑO	MONICA PATRICIA	53068437
RAMIREZ GOMEZ	JENNIFER MARIA	107097240

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

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

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 8

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

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
BEDOYA RIOS	DIEGO FERNANDO

TÍTULO DEL DOCUMENTO
DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

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

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERIA AMBIENTAL

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
31/05/2020	150 pág.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Diseño	Design
2. Compostaje	Composting
3. Parque Arqueologico	Archaeological Park
4. Mesofilo	Mesophile
5. Remanente	Remainder
6. Microorganismos	Microorganisms



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El principal objetivo del presente trabajo de grado es el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá, a los cuales hasta el momento no se les ha dado ningún tipo de uso y se encuentran acumulados ocasionando malestar visual a las personas que laboran y visitan esta zona ambiental y cultural. El Parque no cuenta con las instalaciones adecuadas para el manejo de los residuos orgánicos y la producción de abonos-compost, así mismo el personal presente en el lugar no tiene el conocimiento requerido para la ejecución de los procesos ya mencionados. Por esta razón hay un mínimo uso y manejo de esta materia prima.

Por medio de este proyecto se da a conocer la caracterización de los remanentes que se producen en el Parque a través de la aplicación de una lista de chequeo, una encuesta, la técnica del cuarteo, pruebas de laboratorio (determinación de humedad y pH), empleo de fórmulas, cálculos (determinación del porcentaje de humedad, porcentaje de presencia, densidad y carbono/ nitrógeno) y conversión de unidades.

De igual forma se presenta el diseño de una planta de compostaje modular para la utilización total de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá, con el fin de elaborar un producto natural como el abono orgánico que genere beneficios al medio ambiente. El cual es obtenido de manera natural mediante la descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno) de varios residuos orgánicos, como: restos vegetales y restos de comida (frutas). Este tratamiento biológico que descompone los residuos se basa en la actividad de microorganismos como los hongos y las bacterias en condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxígeno.

El diseño contempla el área adecuada para la ubicación de la planta, los procesos y las zonas que la conforman. De igual forma se realizó una estimación de los costos generados para la implementación del proyecto donde se tiene en cuenta la calidad y la cantidad de los materiales a utilizar, todo esto basándose en personas expertas en el tema y consultando en diferentes establecimientos que pudieran suministrar los materiales.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 8

ABSTRACT

The main objective of this undergraduate project is the use of organic waste generated in the Archaeological Park of Facatativá, which until now has not been given any type of use and it is accumulated causing visual discomfort to those who work and visit this environmental and cultural area. The Park does not have adequate facilities for the management of organic waste and the production of compost-compost, and the staff present at the site do not have the knowledge required to carry out the aforementioned processes. For this reason, there is minimal use and handling of this raw material.

In this project, the characterization of the remnants that are produced in the Park is made known through the application of a checklist, a survey, the quartering technique, laboratory tests (determination of humidity and pH), use of formulas, calculations (determination of humidity percentage, presence percentage, density and carbon / nitrogen) and unit conversion.

Likewise, the design of a modular composting plant for the total use of organic waste generated in the Archaeological Park of Facatativá is presented, in order to develop a natural product such as organic fertilizer that generates benefits to the environment. Which is obtained naturally through the aerobic decomposition (in the presence of oxygen) of various organic residues, such as: vegetable remains and food remains (fruits). This biological treatment that breaks down waste is based on the activity of microorganisms such as fungi and bacteria in optimal conditions of temperature, humidity and oxygen.

The design contemplates the appropriate area for the location of the plant, the processes and the areas that comprise it. Likewise, an estimate was made of the costs generated for the implementation of the project where the quality and quantity of the materials to be used are taken into account, all this based on experts in the subject and consulting in different establishments that could supply the materials.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación,

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

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



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

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

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

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

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



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 8

responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

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

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

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

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI ___ NO X.**
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

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

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



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 7 de 8

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

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

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

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

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

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

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

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



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

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 8 de 8



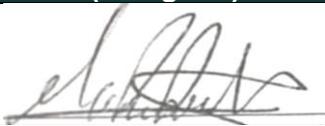
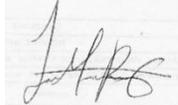
Nota:

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

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

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Diseño de una planta de compostaje modular para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el parque Arqueológico de Facatativá.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
AVELLANEDA NIÑO MONICA PATRICIA	
RAMIREZ GOMEZ JENNIFER MARIA	

12.1-40

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR PARA EL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ**

MONICA PATRICIA AVELLANEDA NIÑO

JENNIFER MARÍA RAMÍREZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

INGENIERÍA AMBIENTAL

FACATATIVÁ

2019

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR PARA EL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ**

**MONICA PATRICIA AVELLANEDA NIÑO
JENNIFER MARÍA RAMÍREZ GÓMEZ**

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

**DIRECTOR DE TESIS: DIEGO FERNANDO BEDOYA RÍOS
Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
FACATATIVÁ
2019**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado en primer lugar a Dios por darme vida y salud para poder ejecutar cada una de mis actividades académicas y personales, por orientarme y acompañarme en cada momento de mi vida permitiendo hacer realizar mi sueño de estudiar una carrera profesional como Ingeniería Ambiental, por lléname de sabiduría y conocimiento para llevar a cabo mis estudios.

A mi familia por creer y confiar en mí, por su comprensión y consejos, por ser la base de mi formación ya que cada uno me aportado grandes conocimientos, principios y valores a lo largo de mi vida. A mi madre Mariela Niño Pineda, por ser mi apoyo incondicional en el ámbito emocional y económico, por brindarme ayuda en los momentos difíciles, por su amor y cariño. A mi hermano Gustavo Avellaneda por su gran colaboración y palabras de aliento en todo momento.

Mónica Avellaneda.

Dedico primeramente a Dios por guiarme personal, académica y llevarme de la mano por el buen camino, por fortalecerme y seguir adelante a pesar de las adversidades o problemas que se presentaban en mi diario vivir y enfrentarlos sin perder la fe ni desmallar en el intento.

A mi familia por su apoyo, confianza, consejo, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, de tristeza y en los momentos de escasas, también su apoyo económico, para continuar preparándome académicamente dando la mejor herencia que se puede brindar que es la educación.

A los docentes por prepararnos como personas y profesionales íntegros, éticos, objetivos, recursivos, lógicos y perseverantes a pesar de las limitaciones que se puedan presentar durante el desarrollo de nuestras actividades o campo laboral.

Jennifer Ramírez.

AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus agradecimientos a:

Dios por la sabiduría y el entendimiento en el desarrollo académico. Por sus grandes bendiciones para la realización de este proyecto.

Nuestras familias por su apoyo constante durante el desarrollo de la carrera profesional y del presente proyecto de grado.

La universidad de Cundinamarca abrimos las puertas para poder materializar nuestros sueños, brindarnos docentes íntegros, éticos, profesionales, lógicos, recursivos e ingeniosos, que nos fortalecieron y nos impartieron sus conocimientos en cada una sus especialidades, para afrontar retos y adversidades que se puedan suscitar en nuestro ámbito laboral, personal o profesional, por darnos la oportunidad de pertenecer a la comunidad universitaria.

Nuestro director de grado el docente Diego Bedoya por su apoyo, por compartir su tiempo y experiencia para instruirnos en el desarrollo adecuado de esta tesis.

Al docente Víctor Eduardo Banoy, por guiarnos y conducirnos con sus ideas, apreciaciones durante el desarrollo de la primera parte de este documento.

Al personal del laboratorio de la Universidad de Cundinamarca conformado por Sandra Devia Coordinadora del área y Yennifer Urdaneta técnica de laboratorio, por su incondicional apoyo.

Al Parque Arqueológico de Facatativá por permitirnos realizar dentro de sus instalaciones el presente trabajo.

Los funcionarios y personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá por su tiempo y colaboración en todo momento.

La Oficina de Turismo de la Secretaria de Desarrollo Económico perteneciente a la Alcaldía del municipio de Facatativá por brindarnos su tiempo y colaboración para la elaboración del proyecto.

Luis Alexander Morales Ruiz, Ingeniero Agroforestal, por su disposición, tiempo, colaboración y apoyo para la elaboración del presente trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. MARCO REFERENCIAL	6
4.1 MARCO TEÓRICO	6
4.1.1 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	6
4.1.2 EL COMPOSTAJE	6
4.1.3 ETAPAS DEL COMPOSTAJE	7
4.1.4 ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL SISTEMA DE COMPOSTAJE	8
4.1.5 SISTEMAS DE COMPOSTAJE	9
4.1.5.1 SISTEMAS ABIERTOS O PILAS DE COMPOSTAJE	10
4.1.5.2 SISTEMAS CERRADOS	10
4.1.6 BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE	10
4.2 MARCO CONCEPTUAL	11
4.3 MARCO GEOGRAFICO	12
4.3.1. UBICACIÓN DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO	12
4.3.2 HISTORIA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	13
4.3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	13
4.4 MARCO LEGAL	14
5. METODOLOGÍA	17

5.1 CARACTERIZACIÓN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ.....	17
5.1.1 FASE I DIAGNÓSTICO	17
5.1.2 FASE II CARACTERIZACIÓN.....	17
5.1.2.1 PASO A PASO DEL PROCEDIMIENTO DEL CUARTEO	17
5.2. EVALUAR LA PRODUCCIÓN DE COMPOST O ABONO NATURAL A PARTIR DE LA MATERIA ORGÁNICA	19
6. RESULTADOS	20
6.1 CARACTERIZACIÓN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ.....	20
6.1.1 SOCIALIZACION DEL PROYECTO CON LOS FUNCIONARIOS DEL PAF	20
6.1.2 FASE DIAGNÓSTICO	20
6.1.2.1 VISITAS DE CAMPO.....	20
6.1.2.1.1 TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	20
6.1.2.1.2 MEDIOS DE TRANSPORTE PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	21
6.1.2.1.3 EL LUGAR DE ACOPIO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	22
6.1.2.1.4 DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS	23
6.1.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACOPIO	24
6.1.4 APLICACIÓN DE LISTA DE CHEQUEO Y ENCUESTAS	25
6.1.4.1 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE LA LISTA DE CHEQUEO	25
6.1.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE APLICACIÓN DE LA ENCUESTA	27
6.1.5 FASE II CARACTERIZACIÓN.....	39
6.1.5.1 COMPOSICIÓN FÍSICA	39
6.1.6 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL PAF POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO....	40
6.1.6.1 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1.....	41
6.1.6.2 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2.....	42

6.1.6.3 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3.....	43
6.1.6.4 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4.....	44
6.1.6.5 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5.....	45
6.1.7 DETERMINACIÓN DE PH EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO	46
6.1.7.1 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1	50
6.1.7.2 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2	50
6.1.7.3 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3	51
6.1.7.4 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4	51
6.1.7.5 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5	52
6.1.8 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO	52
6.1.8.1 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1	56
6.1.8.2 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2	57
6.1.8.3 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3	58
6.1.8.4 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4	59
6.1.8.5 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5	60
6.1.9 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO	61
6.1.9.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1.....	61
6.1.9.2 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2.....	62
6.1.9.3 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3.....	63
6.1.9.4 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4.....	64
6.1.9.5 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5.....	65
6.1.10 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LAS ZONAS VERDES.....	66

6.1.11 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO	70
6.1.12 RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	73
6.1.12.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	73
6.1.12.2 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	76
6.1.12.3 DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	77
6.1.12.4 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	79
6.2 EVALUAR LA PRODUCCIÓN DE ABONO NATURAL A PARTIR DE LA MATERIA ORGÁNICA	81
6.2.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS DE CADA UNO DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	82
6.2.2 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	85
6.2.3 DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	86
6.2.4 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)	89
6.2.5 EVALUACIÓN DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ POR MEDIO DE SIEMBRA DE SEMILLAS	91
6.3 DISEÑAR LA PLANTA MODULAR DE COMPOSTAJE	97
6.3.1 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE	100

6.3.2 CALCULO DE LA PILA DE COMPOSTAJE.....	101
6.3.3 COSTO DEL PROYECTO.....	103
RECOMENDACIONES	107
CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	116
ANEXO 1: LISTA DE CHEQUEO	116
ANEXO 2: ENCUESTA APLICADA A LOS FUNCIONARIOS Y PERSONAL DEL PAF.....	118
ANEXO 3. PLANCHA DE LA ESTRUCTURA DE LAS INSTALACIONES, PILA Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE.....	122
ANEXO 4. IMÁGENES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR 3D ESQUELETO	126
ANEXO 5. IMÁGENES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE ESTRUCTURA CONSTRUCCIÓN COMPLETA	129

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Medición de la humedad de los compostajes por medio de la Técnica del puño.	8
Imagen 2: Localización del Parque Arqueológico en el casco urbano del municipio de Facatativá. . .	12
Imagen 3: Rutas para llegar al Parque Arqueológico de Facatativá, (PAF).	12
Imagen 4: Ubicación y distribución de áreas del Parque Arqueológico de Facatativá, (PAF).	14
Imagen 5: Procedimiento de la técnica de cuarteo.	18
Imagen 6: Socialización del proyecto de grado con los funcionarios del Parque Arqueológico de Facatativá.	20
Imagen 7: Residuos orgánicos generados por las actividades de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes del Parque Arqueológico de Facatativá.	20
Imagen 8: Remanentes generados de la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá.	21
Imagen 9: Motocarguero transportando pasto y ramas hacia el centro de acopio "Calabazas".	21
Imagen 10: Carretilla con los remanentes del sendero peatonal y vehicular.	22
Imagen 11: Tractor con ramas y troncos recogidos de las zonas verde.	22
Imagen 12: Remanentes de pasto y hojarasca en el punto de acopio "Calabazas".	22
Imagen 13: Remanentes de pasto y hojarasca en el parqueadero posterior.	23
Imagen 14: Remanentes acumulados en el punto de acopio Calabazas sin ningún tipo de tratamiento y aprovechamiento.	23
Imagen 15: Ubicación de los puntos de acopio en el mapa del Parque Arqueológico de Facatativá. 24	
Imagen 16: Aplicación de las encuestas a los funcionarios y personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá.	25
Imagen 17: Compostajes presentes en el PAF, con los que se realizan actividades forestales dentro de este.	81
Imagen 18: Muestras de los compostajes presentes en el PAF, para realizar la siembra de semillas.	91
Imagen 19: Planta de Perejil Liso (<i>Petroselinum hortense</i>).	92
Imagen 20: Planta de aliso marítimo (<i>Lobularia marítima</i>).	92
Imagen 21: Vista de los seis compostajes en la semana 1 de la siembra de las semillas.	93
Imagen 22: Vista de los seis compostajes en la semana 4 de la siembra de las semillas.	94
Imagen 23: Vista de los seis compostajes en la semana 8 de la siembra de las semillas.	95

Imagen 24: Vista de los seis compostajes en la semana 12 de la siembra de las semillas.	96
Imagen 25: Delimitación del área de calabazas.	98
Imagen 26: Levantamiento topográfico del área de calabazas.	98
Imagen 27: Levantamiento topográfico del área de calabazas.	99
Imagen 28: Vista del perfil topográfico del área de Calabazas.	99
Imagen 29: Estructura de la planta de compostaje modular.	101
Imagen 30: Dimensiones de la pila de compostaje.	101
Imagen 31: Levantamiento topográfico con las áreas de la planta de compostaje con sus respectivas medidas.	122
Imagen 32: Levantamiento topográfico con el área destinada para las pilas de compostaje.	122
Imagen 33: Medidas de la planta de compostaje.	123
Imagen 34: Dimensiones propuestas para el techo de la planta de compostaje modular.	124
Imagen 35: Dimensiones de la pila de compostaje 2 y 3D.	125
Imagen 36: Vista superior de la planta de compostaje.	126
Imagen 37: Vista frontal del área de recepción y separación de residuos orgánicos.	126
Imagen 38: Vista lateral del área de recepción y separación de residuos con la maquinaria requerida para el transporte de residuos.	127
Imagen 39: Vista lateral de la compostera.	127
Imagen 40: Vista frontal de la zona de compostera con las 5 pilas propuestas.	127
Imagen 41: Vista frontal del área de maduración y empacado del compost.	128
Imagen 42: Vista frontal del vivero.	128
Imagen 43: Vista frontal del área de recepción de residuos terminada.	129
Imagen 44: Vista interna del área de recepción de residuos.	129
Imagen 45: Vista frontal del área de composteras cubierta.	130
Imagen 46: Vista frontal del área de maduración y empacado final.	130

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Clasificación de los sistemas de compostaje.	9
Gráfica 2: Residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF) determinados en porcentajes.	29
Gráfica 3: Extensión del área de corte de pasto en el Parque Arqueológico de Facatativá determinados en porcentajes.	31
Gráfica 4: Cantidad de residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá determinados en porcentajes y kilogramos.	32
Gráfica 5: Especies arbóreas a las que se les realiza poda de ramas en el PAF.	33
Gráfica 6: Procedimiento del cuarteo realizado en el Parque Arqueológico de Facatativá.	40
Gráfica 7: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.	42
Gráfica 8: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.	43
Gráfica 9: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 3.	44
Gráfica 10: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 4.	45
Gráfica 11: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.	46
Gráfica 12: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras recolectadas de los residuos orgánicos presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá por medio de la técnica del cuarteo.	48
Gráfica 13: Paso a paso de la determinación de la humedad de los residuos orgánicos generados en el parque arqueológico de Facatativá.(PAF).	54
Gráfica 14: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.	56
Gráfica 15: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.	57
Gráfica 16: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 3.	58
Gráfica 17: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 4.	59
Gráfica 18: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.	60
Gráfica 19: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.	62
Gráfica 20: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.	63
Gráfica 21: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 3.	64
Gráfica 22: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 4.	65
Gráfica 23: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.	66

Gráfica 24: Paso a paso de la determinación de la densidad a los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).	71
Gráfica 25: Paso a paso de la determinación de la humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del parque arqueológico de Facatativá.(PAF).	74
Gráfica 26: Contenido de humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.	75
Gráfica 27: Porcentaje de humedad de los otros residuos orgánicos generados en el PAF.....	76
Gráfica 28: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras recolectadas de los residuos orgánicos generados en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá.	77
Gráfica 29: Paso a paso de la determinación de la humedad a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).	83
Gráfica 30: Contenido de humedad de los compostajes presentes en el PAF.	85
Gráfica 31: Porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el PAF.....	86
Gráfica 32: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá.	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Normativa sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos.....	16
Tabla 2: Descripción del área y el volumen de los puntos de acopio del PAF.	24
Tabla 3: Resultados de la Lista de Chequeo aplicada en el Parque Arqueológico de Facatativá.	27
Tabla 4: Resultados de la Pregunta 1 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	27
Tabla 5: Resultados de la Pregunta 2 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	28
Tabla 6: Resultados de la Pregunta 3 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	28
Tabla 7: Resultados de la Pregunta 4 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	29
Tabla 8: Resultados de la Pregunta 5 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	30
Tabla 9: Resultados de la Pregunta 5 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	30
Tabla 10: Resultados de la Pregunta 7 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	31
Tabla 11: Resultados de la Pregunta 8 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	32
Tabla 12: Resultados de la Pregunta 9 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	33
Tabla 13: Resultados de la Pregunta 10 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	34
Tabla 14: Resultados de la Pregunta 11 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	34
Tabla 15: Resultados de la Pregunta 12 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	35
Tabla 16: Resultados de la Pregunta 13 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.	35

Tabla 17: Resultados de la Pregunta 14 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	36
Tabla 18: Resultados de la Pregunta 15 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	36
Tabla 19: Resultados de la Pregunta 16 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	37
Tabla 20: Resultados de la Pregunta 17 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	37
Tabla 21: Resultados de la Pregunta 18 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.....	38
Tabla 22: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 1.....	41
Tabla 23: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 2.....	42
Tabla 24: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 3.....	43
Tabla 25: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 4.....	44
Tabla 26: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 5.....	45
Tabla 27: Valores de los pH tomados a los residuos orgánicos generados en el PAF.....	49
Tabla 28: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 1.....	50
Tabla 29: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 2.....	50
Tabla 30: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 3.....	51
Tabla 31: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 4.....	51
Tabla 32: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 5.....	52
Tabla 33: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 1.....	56
Tabla 34: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 2.....	57
Tabla 35: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 3.....	58
Tabla 36: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 4.....	59
Tabla 37: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 5.....	60

Tabla 38: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 1.....	61
Tabla 39: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 2.....	62
Tabla 40: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 3.....	63
Tabla 41: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 4.....	64
Tabla 42: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 5.....	65
Tabla 43: Valores de los pesos obtenidos durante los 5 cuarteos realizados en el parque arqueológico de Facatativá y su peso promedio en gramos.	66
Tabla 44: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los remanentes de los cuarteos.	67
Tabla 45: Valores de los porcentajes de presencia de los residuos orgánicos en la pila de compost.	68
Tabla 46: Valores de la cantidad de componente de los residuos orgánicos presentes en la pila de compost.	69
Tabla 47: Valores de la relación carbono-nitrógeno que se suscita en las pilas de compostaje.	70
Tabla 48: Conversión de unidades de litros a m3 para determinar el valor del volumen del balde. ..	72
Tabla 49: Conversión de unidades de gramos a kilogramos para determinar el peso del balde vacío.	72
Tabla 50: Valores de la densidad de los residuos orgánicos.....	72
Tabla 51: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF). .	75
Tabla 52: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	76
Tabla 53: Valores de pH tomados en laboratorio por medio del pHmetro para los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF). .	78
Tabla 54: Imágenes de los valores de pH tomados a los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF),	78

Tabla 55: Valores de los pesos obtenidos de los remanentes generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF y su peso promedio en gramos.	79
Tabla 56: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los remanentes generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.....	79
Tabla 57: Valores de los porcentajes de presencia de los remanentes generados por la venta de alimentos en la pila de compost.....	79
Tabla 58: Valores de la cantidad de componente de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la pila de compost.....	80
Tabla 59: Valores de la relación carbono-nitrógeno de los residuos provenientes de la venta de alimentos.	80
Tabla 60: Compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, PAF.	82
Tabla 61: Valores del contenido de humedad de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	84
Tabla 62: Porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	85
Tabla 63: Valores de pH tomados en laboratorio por medio del pHmetro a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	87
Tabla 64: Imágenes de los valores de pH tomados a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).....	88
Tabla 65: Valores de los pesos obtenidos de los compostajes presentes generados del PAF y su peso promedio en gramos.....	89
Tabla 66: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los compostajes presentes en el PAF.	89
Tabla 67: Valores de los porcentajes de presencia de los compostajes presentes en el PAF..	90
Tabla 68: Valores de la cantidad de componente de los compostajes presentes en el PAF.....	90
Tabla 69: Valores de la relación carbono-nitrógeno de los compostajes presentes en el PAF.	91
Tabla 70: Cotización Maquinaria, equipos, mano de obra y herramientas para construcción de la planta de compostaje modular.....	104
Tabla 71: Cotización Maquinaria, mano de obra y herramientas para construcción de la planta de compostaje modular.....	105
Tabla 72: Lista de compañías que adelantan procesos de construcción con ladrillos reciclados. ..	106

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Formula del porcentaje de presencia de los residuos orgánicos.	40
Ecuación 2: Cálculo para hallar el valor del peso real de los remanentes.....	55
Ecuación 3: Cálculo para determinar el peso perdido de los remanentes.....	55
Ecuación 4: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos..	61
Ecuación 5: Conversión de unidades de gramos a kilogramos.	67
Ecuación 6: Cálculo para determinar el porcentaje de cada residuo orgánico presente en la mezcla de compost.	67
Ecuación 7: Cálculo para determinar la cantidad del componente que se encontrara en la pila de compost.	68
Ecuación 8: Fórmula para determinar la relación nitrógeno carbono de cada residuo orgánico presente en la pila de compost.	69
Ecuación 9: Densidad de los residuos orgánicos.	70

LISTA DE EJEMPLOS

Ejemplo 1: Aplicación de la fórmula de porcentaje de presencia de los residuos orgánicos con datos del cuarteo 1.....	41
Ejemplo 2: Aplicación de la fórmula del peso real de los remanentes.....	55
Ejemplo 3: Aplicación de la fórmula de peso perdido de los remanentes.....	55
Ejemplo 4: Aplicación de la ecuación del porcentaje de humedad.....	61
Ejemplo 5: Aplicación de la fórmula de conversión de unidades de gramos a kilogramos con datos del Pasto.....	67
Ejemplo 6: Porcentaje de la presencia del residuo orgánico en la pila de compost.....	68
Ejemplo 7: Aplicación de la fórmula de la determinación de la cantidad del componente.....	68
Ejemplo 8: Aplicación de la ecuación determinación de la relación carbono nitrógeno de cada componente.....	69
Ejemplo 9: Aplicación de la ecuación de la densidad de los residuos orgánicos.....	72

RESUMEN

El principal objetivo del presente trabajo de grado es el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá, a los cuales hasta el momento no se les ha dado ningún tipo de uso y se encuentran acumulados ocasionando malestar visual a las personas que laboran y visitan esta zona ambiental y cultural. El Parque Arqueológico de Facatativá no cuenta con las instalaciones adecuadas para el manejo de los residuos orgánicos y la producción de abonos-compost, así mismo el personal presente en el lugar no tiene el conocimiento requerido para la ejecución de los procesos ya mencionados. Por esta razón hay un mínimo uso y manejo de esta materia prima.

Por medio de este proyecto se da a conocer la caracterización de los remanentes que se producen en el Parque a través de la aplicación de una lista de chequeo, una encuesta, la técnica del cuarteo, pruebas de laboratorio (determinación de humedad y pH), empleo de fórmulas, cálculos (determinación del porcentaje de humedad, porcentaje de presencia, densidad y carbono/ nitrógeno) y conversión de unidades.

De igual forma se presenta el diseño de una planta de compostaje modular para la utilización total de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá, con el fin de elaborar un producto natural como el abono orgánico que genere beneficios al medio ambiente.

El cual es obtenido de manera natural mediante la descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno) de varios residuos orgánicos, como: restos vegetales y restos de comida (frutas). Este tratamiento biológico que descompone los residuos se basa en la actividad de microorganismos como los hongos y las bacterias en condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxígeno.

El diseño contempla el área adecuada para la ubicación de la planta, los procesos y las zonas que la conforman. De igual forma se realizó una estimación de los costos generados para la implementación del proyecto donde se tiene en cuenta la calidad y la cantidad de los materiales a utilizar, todo esto basándose en personas expertas en el tema y consultando en diferentes establecimientos que pudieran suministrar los materiales.

INTRODUCCIÓN

Los residuos orgánicos son aquellos que se descomponen naturalmente, presentan la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Se procesan generalmente por alguna técnica de compostaje y provienen de hogares, industrias, plantas de tratamiento, la agricultura, la horticultura y la silvicultura, entre otros. La cantidad, composición y características físicas de los desperdicios se ven influidos por numerosos factores tales como el origen, proceso de producción, la preparación, la estación, el sistema recolector, estructura social y la cultura (Jördenin H. & Winter J., 2005). La generación de remanentes biológicos a nivel mundial está en aumento, debido al crecimiento poblacional, los hábitos de consumo y la falta de educación ambiental para realizar un aprovechamiento de los mismos.

La utilización de los residuos generados en los diferentes ambientes, ha venido cobrando interés en las últimas décadas como forma de dar un uso eficiente de estos materiales, para la reducción de costos de transporte y disposición que comúnmente es a un relleno sanitario, vertederos, fuentes hídrica, entre otras.(Noelia, 2015). La aplicación de procesos de valorización de los remanentes biológicos puede generar nuevas líneas de negocio para el sector industrial, mejorar su viabilidad económica, reducir su impacto ambiental y por ende aportar al fortalecimiento de su competitividad.

Un proceso muy interesante y viable para la valorización de estos desperdicios es llamado compostaje, con el cual por medio de descomposición biológica puede transformar grandes cantidades de materia orgánica (Corpoica., 2007); por eso el presente proyecto se enfoca en realizar un estudio teórico-experimental con el objetivo de realizar el diseño de una planta de compostaje en el Parque Arqueológico de Facatativá, con el fin de realizar una disposición final más óptima y beneficiosa para el ambiente con estos remanentes.

Para promover el manejo de los residuos orgánicos, es necesario el desarrollo de actividades de capacitación al personal que labora en el Parque sobre el manejo, selección, clasificación y uso de los remanentes, con el fin de obtener abono natural de alta calidad para utilizarlos como nutrientes orgánicos para el suelo y de este modo mitigar los impactos sobre el medio ambiente y la salud humana. Por lo anterior, el eje fundamental de este proyecto es elaborar el diseño de la planta de compostaje modular para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del Parque Arqueológico de Facatativá se presentan diferentes situaciones que reflejan la carencia de apropiación y valoración de los recursos patrimoniales y ambientales (Colparques, 2018)

Allí se genera aproximadamente de 820Kg de residuos orgánicos al día producto de la poda y mantenimiento de las zonas verdes, las cuales se encuentran actualmente sin ningún tipo de aprovechamiento lo que hace que se ocasione un mal aspecto a nivel paisajístico y ambiental.

Actualmente, los remantes se disponen en una zona dentro del Parque la cual es llamada “Calabazas”, el material vegetal que es llevado a esta área es el pasto, la hojarasca, los troncos y las ramas.

El Parque Arqueológico de Facatativá se encuentra ubicado en la Calle 5 # 12A -10 (Cundinamarca, 2018) y actualmente no cuenta con las instalaciones adecuadas para la utilización de los residuos orgánicos y la producción de abonos-compost, así mismo el personal presente en la institución no tiene el conocimiento requerido para la ejecución de los procesos ya mencionados. Por esta razón hay un mínimo uso y manejo de esta materia prima.

¿Cómo se pueden aprovechar los residuos orgánicos que se están generando en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF)? Para dar solución a esta problemática se propone realizar un mejor uso, manejo y disposición de los remanentes, por medio del diseño de una planta de compostaje modular, con la cual bajo condiciones controladas y mediante un tratamiento biológico aplicado a los residuos se generará como resultado un abono orgánico para ser empleado en actividades forestales dentro y fuera del PAF.

2. JUSTIFICACIÓN

Los residuos orgánicos provenientes de los restos de comida, animales, vegetales y estiércol han sido usados a través de la historia por sus altos contenidos de materia orgánica y nitrógeno los cuales nutren los suelos en donde son aplicados (Ambiental, 2018). El aprovechamiento de los residuos orgánicos son en realidad una clave para la disminución del impacto generado por estos remanentes y la disminución de los problemas ambientales que se forman por su descomposición al aire libre, los cuales emanan malos olores a sus alrededores; teniendo en cuenta estos factores es necesario un manejo adecuado, realizando la fabricación de un compostaje natural sin necesidad de agregar componentes químicos que alteren el suelo y la vegetación, produciendo un suelo rico en nutrientes y concluyendo el ciclo de la materia orgánica (Márquez G, 2008).

Actualmente el Parque Arqueológico de Facatativá presenta una problemática ambiental por la acumulación de restos orgánicos provenientes de la poda y mantenimiento de las zonas verdes, los cuales hasta el momento no se les ha dado ningún manejo y tratamiento. Por lo tanto, es preciso desarrollar un diseño de una planta de compostaje que permita realizar el proceso necesario para la transformación de estos desperdicios en un producto óptimo.

Para determinar la efectividad que tienen estos residuos y valorar los beneficios que traen consigo se dará a conocer cada una de las etapas que tiene el compostaje desde el momento de la preparación de la materia prima hasta el producto final que es el abono natural.

La razón de este proyecto es contribuir para que estos remanentes sean utilizados de una forma más adecuada, empleándolos en la creación de un producto natural el cual se usara para los procesos de restauración, rehabilitación y recuperación ambiental. De igual manera transmitir el conocimiento necesario a la comunidad que labora y visita el parque, con el objetivo de crear conciencia en las presentes y futuras generaciones acerca del aprovechamiento de los recursos naturales.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una planta de compostaje modular para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar los residuos sólidos orgánicos del Parque Arqueológico de Facatativá
2. Evaluar la producción de abono natural a partir de la materia orgánica
3. Diseñar la planta modular de compostaje

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

Actualmente los residuos orgánicos impactan fuertemente sobre el medioambiente, contaminando el suelo, el agua y el aire, por tener elevados niveles de materia orgánica y minerales, metales pesados, o toxinas, entre otros, los cuales hacen que se conviertan en unos fuertes contaminantes. (RSU, 2018). Se definen estos remanentes como fracciones o porciones de un cultivo, pero no constituyen propiamente la cosecha ya que no cumplen con los requisitos mínimos de calidad para su comercialización. Entre esto se encuentran los restos de poda de cultivos y zonas verdes, excretas o estiércoles de animales, cascarillas, ramas y hojas secas entre otro. (Corpoica, 2010)

Los residuos orgánicos generan impactos negativos hacia el ambiente y la sociedad, esta problemática se hace visible debido a su acumulación, sobreproducción y mal manejo en su disposición, sin embargo, se encuentran una serie de soluciones aplicables como el compostaje y lombricultura para su empleo y aprovechamiento. (Martinez L, 2012)

4.1.1 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

El aprovechamiento según la Política para la Gestión Integral de Residuos se define como el conjunto de fases o etapas sucesivas de un proceso, la materia inicial es considerada un residuo, cuyo objetivo es de valorizar de forma económica y ambiental el remanente y obtener un producto utilizable.

Los residuos aprovechables son aquellos que se pueden reutilizar o transformar en nuevo producto. Al incrementar el aprovechamiento de los residuos generados en diversas actividades como poda y mantenimiento de zonas verdes, recolección de cosechas, preparación de alimentos, etc, contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el uso de energía, y disminuir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final. (Ministerio del Medio Ambiente, 1997)

4.1.2 EL COMPOSTAJE

Es un proceso de descomposición mediante el cual los materiales orgánicos se degradan y transforman por la acción de micro y macro organismos, en interacción con factores químicos, físicos y ambientales, bajo condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación (Corpoica., 2007). Es el proceso de oxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura (NTC-1927, 2016).

Es un proceso biológico que se da en presencia de oxígeno el cual es empleado para el aprovechamiento y la transformación de los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de jardines y restos de cocina obteniendo un material final conocido como compost. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2016b).

4.1.3 ETAPAS DEL COMPOSTAJE

Para obtener un óptimo proceso de compostaje se debe realizar:

- **ETAPA DE PREPARACIÓN:** Los residuos orgánicos son llevados al lugar donde se va a realizar el proceso de compostaje y deben ser separados de plásticos, metales, papeles, vidrios ya que estos no son transformables por los microorganismos.
- **ETAPA MESÓFILA:** Al inicio de esta fase los remanentes están a temperatura ambiente en presencia de microorganismos mesófilos, los cuales por su actividad metabólica hacen que la temperatura se eleva hasta los 45°C y el pH disminuye hasta 4.0 o 4.5. Esta etapa dura de 2 a 8 días aproximadamente.
- **ETAPA TERMÓFILA:** En esta etapa la temperatura se elevada por encima de los 45°C y los microorganismos mesófilos son reemplazados termófilos donde estos últimos actúan facilitando la degradación de las fuentes de carbono como la celulosa y la lignina, de igual manera transforman el Nitrógeno(N) en Amoniaco haciendo que el pH aumente. A partir de los 60- 65°C aparecen las bacterias que producen esporas y actinomicetos las cuales son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de Carbono (C) complejos. Esta fase puede tardar unos días hasta meses, dependiendo del material inicial, las condiciones climáticas y del lugar.
- **ETAPA DE ENFRIAMIENTO:** La temperatura desciende por debajo de 60°C, los hongos termófilos reaparecen en la superficie del compostaje con una forma de martillo descomponiendo compuestos como la celulosa. Al disminuir la temperatura a 40°C Los microorganismos mesófilos reaparecen e inician de nuevo su actividad, el pH desciende levemente y requiere de varias semanas para llevarse a cabo.
- **ETAPA DE MADURACIÓN:** La temperatura comienza a disminuir hasta equilibrarse con la del ambiente y el pH llega a ser neutro, se reduce la cantidad de oxígeno presente y la actividad microbiana donde se puede visualizar el color del abono el cual es negro marrón oscuro, dando a conocer que el proceso de compostaje está finalizado.
- **ETAPA DE AFINACIÓN:** Se realiza con el fin de seleccionar y separar por medio del cernido los residuos que no se han degradado o descompuesto, devolviéndolos al proceso de compostaje y dejando solamente las partículas más finas, este pasa para empaque y etiquetado y luego para su uso y/o aplicación. (Villada L & Torres J, 2013)

4.1.4 ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL SISTEMA DE COMPOSTAJE

Los microorganismos son los grandes responsables de descomposición de la materia orgánica, necesitan condiciones ideales para existir y formar el proceso de compostaje. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación (C: N). Sin embargo, éstos deben estar en supervisión permanente para que siempre estén en un rango óptimo.

- **HUMEDAD:** Este parámetro es importante ya que por medio del agua los microorganismos transportan los nutrientes y los elementos energéticos a través de la membrana celular. El rango ideal de la humedad para el compostaje es de 45% - 60% de agua. Si este rango está por debajo del 45% disminuye la actividad microbiana lo que genera que no se finalicen las fases para la degradación de los residuos. Y si la humedad está por encima del 60% hay una saturación de los poros de los residuos porque genera una mala oxigenación del material.

Para monitorear la humedad del compostaje se puede emplear la Técnica del puño esta consiste en tomar una muestra del material en la mano y oprimirlo: Para un contenido ideal de humedad el material debe quedar compactado en forma de bolita sin escurrir agua. Si hay una cantidad mayor de humedad el material al oprimirlo escurrirá agua. Pero si el material por el contrario tiene poca humedad este al oprimirlo se desintegra en las manos. Ver Imagen 1.

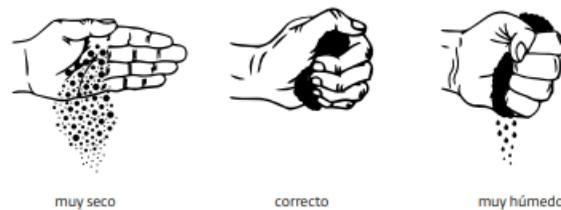


Imagen 1: Medición de la humedad de los compostajes por medio de la Técnica del puño.

Fuente: (UAESP, 2017)

- **OXÍGENO:** Es necesario para permitir la respiración de los microorganismos presentes en el proceso del compostaje, la aireación impide que los residuos se compacten o se presenten excesos de humedad. Cuando hay un exceso de oxígeno o aireación provoca que la temperatura disminuya y ocurra una pérdida de humedad por evaporación lo cual hace que el proceso de descomposición de la materia orgánica se detenga por la deshidratación de los microorganismos y la detención de la actividad enzimática que es la encargada de la degradación de los diferentes compuestos. En cambio, si se presenta una baja aireación evita que se dé la evaporación del agua causando exceso de humedad, presencia de malos olores y de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H₂S) o metano (CH₄).
- **PH:** Es un buen indicador para saber cómo se está generando el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y define la supervivencia de los microorganismos que intervienen en este. En las primeras fases del compostaje el pH se acidifica por la constitución de los ácidos orgánicos el cual está por encima de 4.5, durante la fase termófila el pH sube hasta

8.5 por la conversión del amonio en amoniaco y al final del proceso este parámetro se estabiliza a valores cercanos a 7 o a neutro.

- **TEMPERATURA:** Este parámetro tiene gran importancia porque influye en el crecimiento microbiano y el desarrollo de las reacciones exotérmicas las cuales se encargan de la descomposición de la materia orgánica. En el compostaje inicia a temperatura ambiente y alcanza hasta los 65°C, y al final del proceso de degradación de los residuos vuelve a bajar y establece a la del ambiente.
- **RELACIÓN C/N:** Es la relación que se presenta entre el carbono con respecto al nitrógeno presente en los residuos orgánicos, se obtiene al dividir el contenido del C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total). El Carbono es la fuente de energía para los microorganismos, se encuentra en residuos con altos contenidos de carbohidratos como aserrín, hojarasca, cascarilla de arroz, paja, papel, etc. Y el Nitrógeno forma parte de las proteínas y se relaciona con la reproducción de los microorganismos en el compostaje. (Román P Martínez M & Pantoja A, 2013)

4.1.5 SISTEMAS DE COMPOSTAJE

Se han elaborado múltiples formas de realizar el compostaje donde el objetivo es optimizar y llevar un control de cada uno de los parámetros que intervienen en el proceso, mediante diferentes medios técnicos, que se distinguen por el nivel de complejidad y en la forma que se utiliza para mantener las condiciones aerobias requeridas para obtener un producto final o abono orgánico de buena calidad. De acuerdo a lo anterior los sistemas de compostaje se clasifican en sistemas abiertos y sistemas cerrados como se puede observar en la Gráfica 1.



Gráfica 1: Clasificación de los sistemas de compostaje.

4.1.5.1 SISTEMAS ABIERTOS O PILAS DE COMPOSTAJE

Son aquellos que se basan en la formación de pilas, agrupando los residuos en montones. El material a compostar no debe ser compactado, y las pilas deben ser aireadas o volteadas. Dentro de los sistemas abiertos se encuentran:

- **Pilas estáticas (sin volteos):** En este método de compostaje no se efectúan volteos en las pilas. El aire necesario para el proceso se proporciona por medio de la introducción de aire a presión (aireación forzada) o por medio de aireación inducida.
- **Pilas dinámicas (con volteos):** Es una tecnología sencilla y económica, consiste en colocar el material orgánico en el suelo de forma amontonada en filas paralelas, la aireación se lleva a cabo por medio de maquinaria adecuada o de forma manual con frecuencia que suele ser de 6 a 10 días aproximadamente dependiendo de la humedad del material y la rapidez con la que se efectuó el proceso. (Casco, 2008; Román P Martínez M & Pantoja A, 2013)

4.1.5.2 SISTEMAS CERRADOS

El procedimiento de compostaje se realiza en reactores o digestores, tienen costos de instalación mayores al de las pilas, pero logran controlar las condiciones del proceso permitiendo una mayor aceleración de este, demanda de menos espacio para laborar con el mismo volumen los residuos a compostar, pero requiere del proceso de pilas en la etapa de maduración para alcanzar el correcto estado de estabilidad, los tiempos de duración en realizarse el compostaje son más cortos e impiden los malos olores.

- Entre estos sistemas cerrados podemos encontrar los de tipo estáticos o continuos están como las torres verticales, compostajes en forma de túnel y en contenedores aireados. Y en los sistemas dinámicos o discontinuo están los depósitos horizontales, rectangulares, circulares, contenedores aireados –agitados, túneles dinámicos y los reactores de tambores rotativos. (Casco, 2008; Román P Martínez M & Pantoja A, 2013)

4.1.6 BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE

- Se devuelve al suelo la materia orgánica enriqueciéndolo.
- Reduce el uso de fertilizantes químicos.
- Repara la estructura de los suelos y funciona como esponja que retiene agua, que libera lentamente para provecho de las plantas.
(Tierra, 2010)

4.2 MARCO CONCEPTUAL

ABONO ORGÁNICO: Está formado por los abonos elaborados con estiércol de animales, residuos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos tienen la virtud para mejorar la fertilidad y la producción de los suelos. (ICA, 2015).

ACTINOMICETOS: Son también llamados actinobacterias, son organismos procariotas con un aspecto similar a los hongos, se alimentan de materia orgánica en descomposición, se presentan en las etapas finales del compostaje y degradan sustratos complejos como la celulosa, hemicelulosa, lignina, parafina y quitina y al realizar este proceso se convierten en organismos importantes en la transformación de la materia orgánica en humus. (Corpoica., 2007)

BACTERIAS MESÓFILAS: Son las bacterias que operan a temperaturas entre el rango de 15° y 40°C, presentando su óptimo desempeño entre los 20° Y 40°C. (Roman Pilar, 2013)

BACTERIAS TERMÓFILAS: Son aquellas bacterias que realizan sus actividades de supervivencia, multiplicación, entre otras en el compostaje en un rango de temperatura de 40° C a 70°C. (Roman Pilar, 2013)

COMPOSTAJE: Es el proceso de degradación de la materia orgánica en presencia del oxígeno por acción de microorganismos en condiciones adecuadas, obteniendo un producto aplicable al suelo como abono o sustrato. (Villada L & Torres J, 2013)

HEMICELULOSAS: Son polisacáridos que constituyen las paredes celulares de las plantas, se encuentran en los carbohidratos que forman las partes maderosas de las plantas. Las hemicelulosas se encuentran en frutas, tallos de las plantas y cáscaras de granos, pueden ser degradadas por levaduras y bacterias. (Rincón J, 2014)

PLANTAS DE COMPOSTAJE: Son instalaciones donde se reciclan los residuos orgánicos mediante un tratamiento biológico en condiciones controladas. (Guevara Stefania, 2014).

PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR: Es una construcción establecida para el aprovechamiento de los residuos orgánicos a través de un tratamiento biológico de los mismos dando como resultado un compost o abono orgánico (NATURALES, 2015). Su diseño permite que sus áreas se puedan movilizar con facilidad, agregar o reemplazar cualquiera de sus módulos, sin afectar el resto del sistema (Arkiplus, 2018).

RESIDUO ORGÁNICO: Son elementos biodegradables, tienen la característica de poder descomponerse o degradarse rápidamente, convirtiéndose en otra materia orgánica". (RSU, 2018) Los residuos orgánicos son los restos de poda de cultivos leñosos, los cortes de plantas herbáceas, los estiércoles de animales. (Corpoica, 2010)

4.3 MARCO GEOGRAFICO

4.3.1. UBICACIÓN DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO

El Parque Arqueológico de Facatativá está ubicado en la dirección Calle 5 # 12ª -10 en el municipio de Facatativá en el departamento de Cundinamarca, comprende de 28,5 hectáreas El Parque se localiza a una altura de 2.600 metros sobre el nivel del mar, y a 1.150 metros al noreste de la Plaza de Facatativá y a 40 km de Bogotá. (Colparques, 2020).

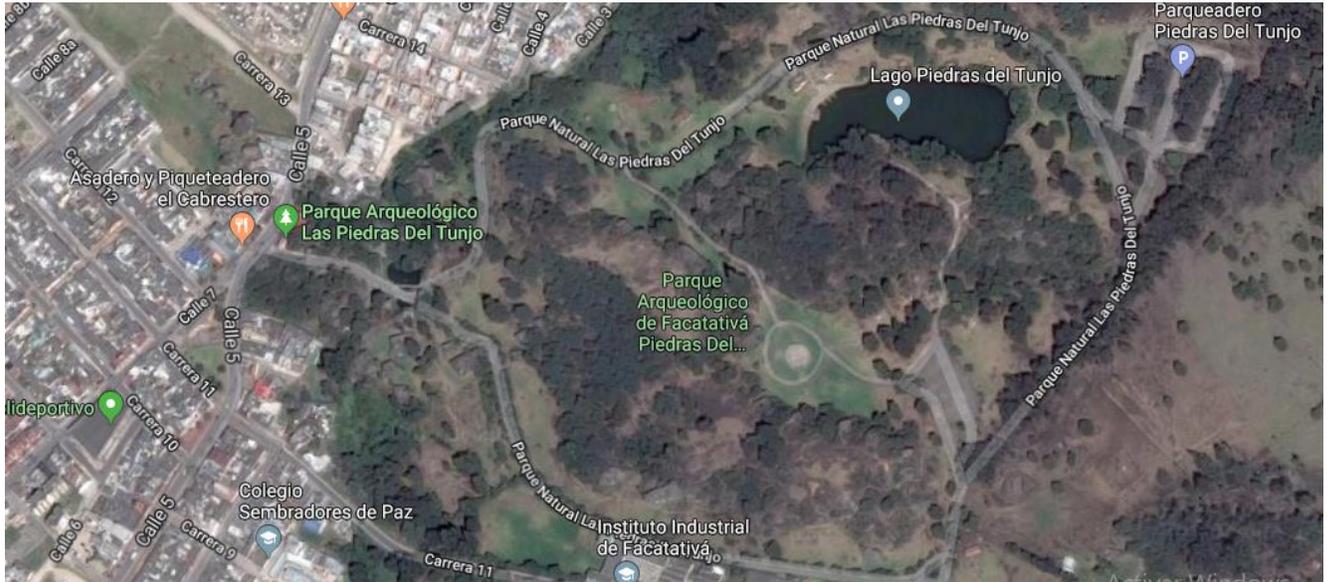


Imagen 2: Localización del Parque Arqueológico en el casco urbano del municipio de Facatativá..

Fuente: Google Maps.

Para llegar al Parque Arqueológico de Facatativá (PAF), se puede tomar dos rutas la primera Vía Bogotá-Fontibón-Mosquera-Madrid y/o la segunda ruta es Bogotá-Calle 80-Vía la Vega-Cruce el Rosal-Facatativá. Ver Imagen 3.

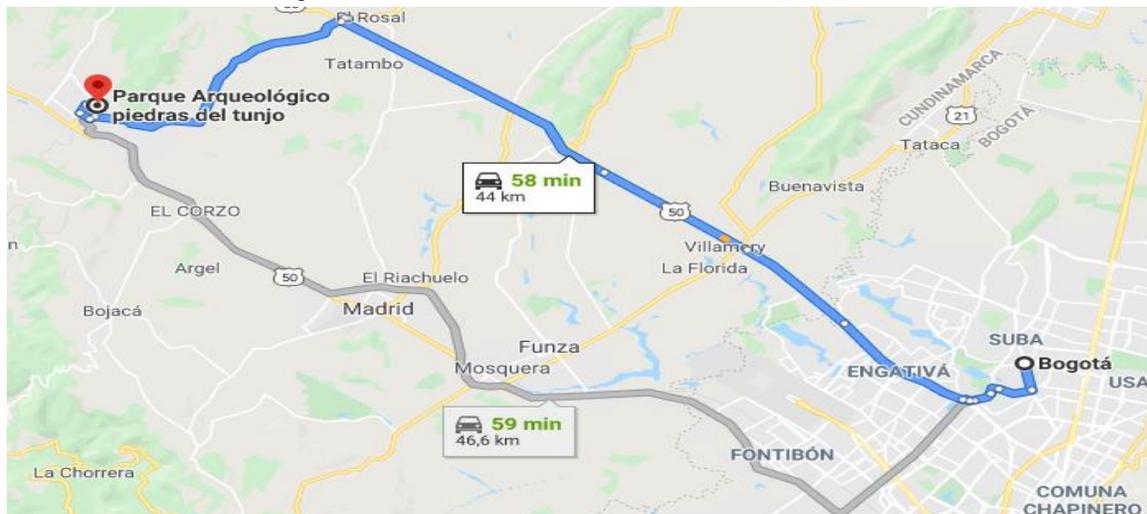


Imagen 3: Rutas para llegar al Parque Arqueológico de Facatativá, (PAF).

Fuente: Google Maps.

4.3.2 HISTORIA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

- En la época prehispánica el terreno que hoy ocupa el Parque Arqueológico de Facatativá era considerado sagrado.
- Durante la conquista española fue testigo de la persecución a los muiscas.
- En la Colonia era una travesía obligada para el paso de virreyes colonos por la presencia y variedad de caminos reales que se construían en la época.
- En 1945 fue adquirido por el ministerio de educación
- En 1946 fue declarado como Parque Arqueológico.
- En 1988 fue entregado a la Corporación autónoma Regional (CAR) para su administración y manejo.
- En el año 2006 es supervisado por el Ministerio de Cultura, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICAHN).
- En el 2008 hasta la actualidad es administrado por la Alcaldía de Facatativá y la Secretaría de Desarrollo Económico.

(GARCIA, 2013; Secretaría de Desarrollo Económico, 2020)

4.3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

El Parque Arqueológico es un área nacional ambiental y cultural protegida, que constituye parte de la identidad regional del suroccidente de la Sabana de Bogotá perteneciente a la nación, adscrita al ministerio de Cultura. Este parque es el único que se encuentra en medio del casco urbano y allí se encuentran abrigos rocosos, pintura rupestre y paisajes de riqueza ambiental. (Colparques, 2020).

El Parque Arqueológico a través de su historia ha sido conocido bajo diversos nombres como Piedras de Tunja, Cercado del Zipa, Santuario de la Rana o “Piedras del Tunjo”. (Secretaría de Desarrollo Económico, 2020)

Es una reserva de vegetación y micro fauna de importancia para la vida silvestre, la flora y fauna, con fines de conservación que provee oportunidades de investigación y educación. (Colparques, 2020)

En el PAF se identifican especies botánicas que se han ido adaptando a los cambios que ha tenido el territorio: Laureles, Alisos y Robles, estos han estado presentes en el territorio desde hace más de 300 mil años. Al mismo tiempo contiene pastos limpios y arbolados, Bosque Ripario, Plantación Forestal, Vegetación Natural en zonas rocosas y relictos de vegetación correspondiente a la zona de vida del Bosque Seco Montano Bajo. (Ministerio de Cultura, 2017).

Actualmente el Parque Arqueológico cuenta con una distribución de áreas y/o zonas (Miradores, senderos, arte rupestre, y el Lago) y servicios (Taquilla, Baños, Cafetería, Parquederos) para los visitantes nativos y extranjeros, como se puede observar en la Imagen 4.



Imagen 4: Ubicación y distribución de áreas del Parque Arqueológico de Facatativá, (PAF).

Fuente: Parque Arqueológico de Facatativá.

4.4 MARCO LEGAL

TIPO	ASPECTO	DESCRIPCIÓN
POLÍTICA	Constitución Nacional de Colombia. 1991	Artículo 8: Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. (Judicatura, 2010).
		Artículo 72: El patrimonio cultural de la Nación está bajo la protección del Estado. El patrimonio arqueológico y otros bienes culturales que conforman la identidad nacional, pertenecen a la Nación y son inalienables, inembargables e imprescriptibles. La ley establecerá los mecanismos para readquirirlos cuando se encuentren en manos de particulares y reglamentará los derechos especiales que pudieran tener los grupos étnicos asentados en territorios de riqueza arqueológica. (Judicatura, 2010)
		Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. (Judicatura, 2010)
POLÍTICA	Política para la Gestión Integral de los Residuos. 1998.	Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos. Establece el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario. Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable, para impedir o minimizar

	Ministerio del Medio Ambiente	los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable.(Ministerio del Medio Ambiente, 1998).
POLÍTICA	Política Nacional de Educación Ambiental Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Educación, 2002	Tiene como objetivo promover la concertación, la planeación, la ejecución y la evaluación conjunta de planes, programas, proyectos y estrategias de educación ambiental formales, no formales e informales. Además, proporcionar un marco conceptual y metodológico básico que oriente las acciones que en materia educativo ambiental fortalezcan los procesos participativos, la instalación de capacidades técnicas y la proyección de la educación ambiental hacia una cultura ética y responsable en el manejo sostenible del ambiente. (Ministerio de Ambiente, 2002)
LEY	Ley 09 del 24 de Enero de 1979 Código Sanitario Nacional y Protección del Medio Ambiente	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias y procedimientos que se deben adoptar para el control de los descargos de residuos. (Ministerio de Salud, 2015)
LEY	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Secretaría Jurídica Distrital, 2015)
LEY	Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.(Secretaría Jurídica Distrital, 2015), donde se incluye el servicio público de aseo.
LEY	Ley 632 de 2000	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996. (Secretaría Jurídica Distrital, 2015)
LEY	Ley 9 de 1989	Expedido por el congreso de la república por la cual se dictan normas correspondientes a los planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones.(Secretaria Distrital de Habitat, 2016)
DECRETO	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.(Ministerio de Ambiente, 2018)
LEY	Ley 388 de 1997	Reglamentada por los decretos nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002, 975 y 1788 de 2004, 973 de 2005, 3600 de 2007, 4065 de 2008, 2190 de 2009, reglamentada parcialmente por el decreto nacional 1160 de 2010. Por la cual se modifica la ley 9 de 1989 y la ley

		2 de 1991, direccionándola al desarrollo urbanístico y medio ambiental. (Secretaría Jurídica Distrital, 2015)
DECRETO LEY	Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El Código Nacional de los Recursos Naturales es la base para las autorizaciones, concesiones y autorizaciones para el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y se definen procedimientos generales para cada caso.(Ministerio del Medio Ambiente, 2000)
DECRETO	Decreto 1077 de 2015	Por el medio el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.(Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015).
DECRETO	Decreto 596 de 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2016)
RESOLUCIÓN	Resolución 00150 (21 enero 2003)	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia. se pretende orientar la comercialización y el uso adecuado de los fertilizantes del suelo, establecer los requisitos y procedimiento internacionales vigentes, para así lograr su posterior venta, con lo cual se promueve el aprovechamiento de los residuos orgánicos. (Agropecuaria, 2003).
RESOLUCIÓN	Resolución 754 de 2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Alcaldía mayor de Bogotá D.C., 2014)
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA	NTC 5167	Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. (ICONTEC, 2011)
	NTC 1927	Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones. Clasificación y fuentes de materias primas. (NTC-1927, 2016)
GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA	GTC 53-7	Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos. (ICONTEC, 2006)

Tabla 1: Normativa sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

5. METODOLOGÍA

5.1 CARACTERIZACIÓN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

5.1.1 FASE I DIAGNÓSTICO

Para desarrollar la Fase I Diagnóstico se efectuará la aplicación y realización de:

1. Visitas de campo
2. Charlas con los funcionarios y personal del Parque Arqueológico de Facatativá
3. Listas de chequeo
4. Encuestas

Se evidenciará de manera visual el estado actual del Parque Arqueológico de Facatativá en donde se tendrá en cuenta:

- Clase de residuos orgánicos generados.
- Lugar de acopio de residuos sólidos orgánicos
- Medios de transporte para la recolección de residuos.
- Disposición final de los residuos.

5.1.2 FASE II CARACTERIZACIÓN

La gestión de los residuos orgánicos se ha convertido en un tema de gran importancia con el objetivo de darles un mejor aprovechamiento y tratamiento, para así mitigar la problemática ambiental. Donde la meta fundamental es manejarlos de tal forma que sean compatibles con el medio ambiente y la salud pública. Para poder tener una buena gestión de los residuos orgánicos es necesario cuantificar la cantidad que resulta al realizar el corte y mantenimiento de zonas verdes. Para poder determinar las características de los residuos orgánicos, se utiliza el método de Cuarteo.

5.1.2.1 PASO A PASO DEL PROCEDIMIENTO DEL CUARTEO

- Los residuos se colocaron sobre un plástico grande con el fin de tener una mejor visualización de ellos.
- Se forma un montón para homogenizar la muestra.
- Se dividió el montón en cuatro partes, se eligen dos de estas de forma opuesta, para formar un nuevo montón más pequeño.

- Se vuelve a mezclar la muestra y se divide en cuatro partes nuevamente.
- Luego se escoge dos partes opuestas y se forma otra muestra más pequeña.
- Esta operación se repite hasta obtener una muestra manejable que está alrededor de 3- 5 kg de residuos. Ver Imagen 5.

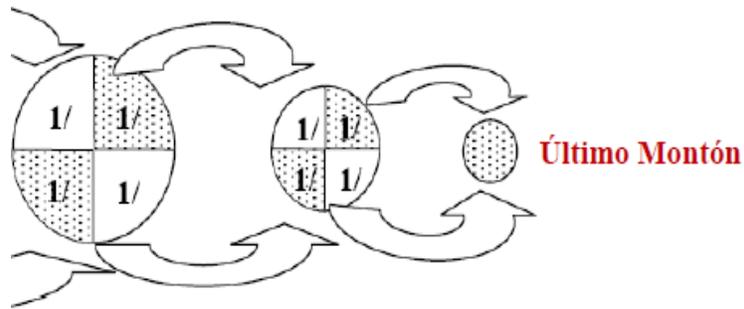


Imagen 5: Procedimiento de la técnica de cuarteo.

- Se hace la separación de los componentes ubicados en el último montón y se clasifica por (ramas, troncos, pasto, hojarasca, frutos, semillas, flores, etc).
 - Se colocan los residuos en bolsas y se pesan una vez concluida la clasificación.
- (Daphnia, 2012)

A las muestras obtenidas con la técnica del cuarteo se llevan al laboratorio donde se determina los parámetros de humedad, pH, y por medio de aplicación de fórmulas y cálculos se halla el porcentaje de presencia y porcentaje de humedad, densidad y carbono/nitrógeno.

En la Fase II Caracterización se pretende:

- Identificar y determinar las características de los residuos orgánicos con la aplicación del método de Cuarteo.
- Tomar muestras para determinar pH y humedad por medio de pruebas de laboratorio.
- Uso de fórmulas y cálculos para hallar el porcentaje de presencia, porcentaje de humedad, densidad y relación carbono/nitrógeno.

5.2. EVALUAR LA PRODUCCIÓN DE COMPOST O ABONO NATURAL A PARTIR DE LA MATERIA ORGÁNICA

Para determinar si a partir de la materia orgánica generada por las actividades de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes del Parque Arqueológico de Facatativá, se realizarán las siguientes actividades:

- Observar las pilas de compostaje presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá las cuales se hicieron de forma artesanal por estudiantes y personal del Parque. Estos compostajes tienen diferentes tiempos de producción que van de 1 a 6 meses.
- Tomar muestras para determinar pH y humedad por medio de pruebas de laboratorio.
- Uso de fórmulas y cálculos para hallar el porcentaje de humedad y relación carbono/nitrógeno.
- Realizar siembra de semillas comestibles y/o jardín.

3. DISEÑAR LA PLANTA MODULAR DE COMPOSTAJE

Para el diseño de la planta de compostaje modular se debe tener en cuenta la ubicación y extensión del área donde será construida, su fácil acceso para el personal del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF) y para los vehículos que transportan los remanentes, los procesos o fases en áreas definidas (Termófila, Mesófila, Estabilización y Maduración) para un desarrollo óptimo del compostaje y las zonas que la conforman.

Su distribución está comprendida por varios sectores de trabajo:

- Zona de Cargue y descargue (Recepción de los residuos orgánicos)
- Zona de separación y clasificación.
- Zona de proceso del compostaje con cada una de las fases.
- Zona de refinado y empaque.
- Zona de distribución.
- Zona de Ampliación de la Planta de Compostaje.

6. RESULTADOS

6.1 CARACTERIZACIÓN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

6.1.1 SOCIALIZACION DEL PROYECTO CON LOS FUNCIONARIOS DEL PAF

En el Parque Arqueológico de Facatativá se llevó a cabo una socialización con los funcionarios del Parque, (ver Imagen 6), con el fin de dar a conocer el trabajo de grado sobre “El diseño de una planta de compostaje para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en esta área” y los beneficios económicos y ambientales que se obtendrían al realizar e implementar el proyecto.



Imagen 6:: Socialización del proyecto de grado con los funcionarios del Parque Arqueológico de Facatativá.

6.1.2 FASE DIAGNÓSTICO

6.1.2.1 VISITAS DE CAMPO

En las visitas de campo Parque Arqueológico de Facatativá se pudo evidenciar los siguientes ítems:

6.1.2.1.1 TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Los remanentes que se generan en las actividades de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes del Parque Arqueológico son ramas, hojas, troncos, pasto, flores, semillas y frutos. Imagen 7.



Imagen 7:Residuos orgánicos generados por las actividades de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes del Parque Arqueológico de Facatativá.

- De igual forma se pudo observar que hay remanentes generados de la venta de alimentos en la entrada y dentro de las instalaciones del Parque Arqueológico de Facatativá entre los cuales están las cascaras de naranja, limón y mango. Ver Imagen 8.



Imagen 8: Remanentes generados de la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá.

6.1.2.1.2 MEDIOS DE TRANSPORTE PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

Los vehículos usados para la recolección de los remanentes son el motocarguero, la carretilla y el tractor. Ver Imágenes 9, 10 y 11.

El Motocarguero tiene una capacidad de carga de 410 kg, se moviliza por medio de gasolina y transporta pasto, ramas y troncos; la carretilla tiene una capacidad de carga de 120 kg y se transporta en ella hojarasca, flores, semillas y frutos que se encuentran a lado y lado del sendero vehicular del Parque Arqueológico. Ver Imagen 9.



Imagen 9: Motocarguero transportando pasto y ramas hacia el centro de acopio "Calabazas".

La Carretilla tiene una capacidad de 30 kg, en la cual se transporta los residuos orgánicos que se encuentran en las orillas y/o bordes del sendero vehicular y peatonal. Ver Imagen 10.

El Tractor tiene una capacidad de 450 kg y es utilizado de forma esporádica de 1 a 2 veces al mes para la limpieza de las zonas verdes del Parque donde se recolecta troncos y ramas de árboles caídos, este es prestado por la Secretaria de Desarrollo Agropecuario que hace parte de la Alcaldía Municipal de Facatativá. Ver Imagen 11.



Imagen 10: Carretilla con los remanentes del sendero peatonal y vehicular.



Imagen 11: Tractor con ramas y troncos recogidos de las zonas verde.

6.1.2.1.3 EL LUGAR DE ACOPIO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

El lugar destinado por el Parque Arqueológico para la disposición de los remanentes es llamado “Calabazas”, aquí son depositados los residuos orgánicos productos del corte de césped y mantenimiento de zonas verdes, Ver Imagen 12.



Imagen 12: Remanentes de pasto y hojarasca en el punto de acopio "Calabazas".

De igual forma se pudo evidenciar que hay presencia de remanentes en el Parquero que está ubicado en la parte posterior del Parque. Ver Imagen 13.



Imagen 13: Remanentes de pasto y hojarasca en el parqueadero posterior.

6.1.2.1.4 DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS

Los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico no reciben ningún tipo de tratamiento y aprovechamiento y por ende se encuentran acumulados generando problemas ambientales y paisajísticos para el lugar y las personas que lo visitan y viven alrededor de él. Ver Imagen 14.



Imagen 14: Remanentes acumulados en el punto de acopio Calabazas sin ningún tipo de tratamiento y aprovechamiento.

6.1.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACOPIO

Para conocer en que partes se encuentran los residuos orgánicos generados de la poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes, se realizó un recorrido con los funcionarios y el personal del Parque Arqueológico de Facatativá, donde se observó que hay dos zonas para la disposición final de los remanentes, una está ubicada junto al vivero y es llamada “Calabazas” porque allí se hallan sembradas muchas plantas de calabazas (Ver Imagen 12) y la otra esta junto al parqueadero lateral (Ver Imagen 13).

Con la utilización del equipo GPS, se pudo conocer los datos del área de los dos puntos de acopio que se encuentran en el Parque Arqueológico de Facatativá, como se observa en la Tabla 2.

Residuos generados por la poda y el mantenimiento del parque		
Descripción	Ubicación del punto de acopio	
	Sector de calabazas	Parqueadero
Área	1204 m ²	1475.8m ²
Volumen	1833.9m ³	3984,66 m ³

Tabla 2: Descripción del área y el volumen de los puntos de acopio del PAF.

Por medio del mapa del Parque Arqueológico de Facatativá se da a conocer la ubicación de los puntos de acopio de los residuos orgánicos. Ver Imagen 15.

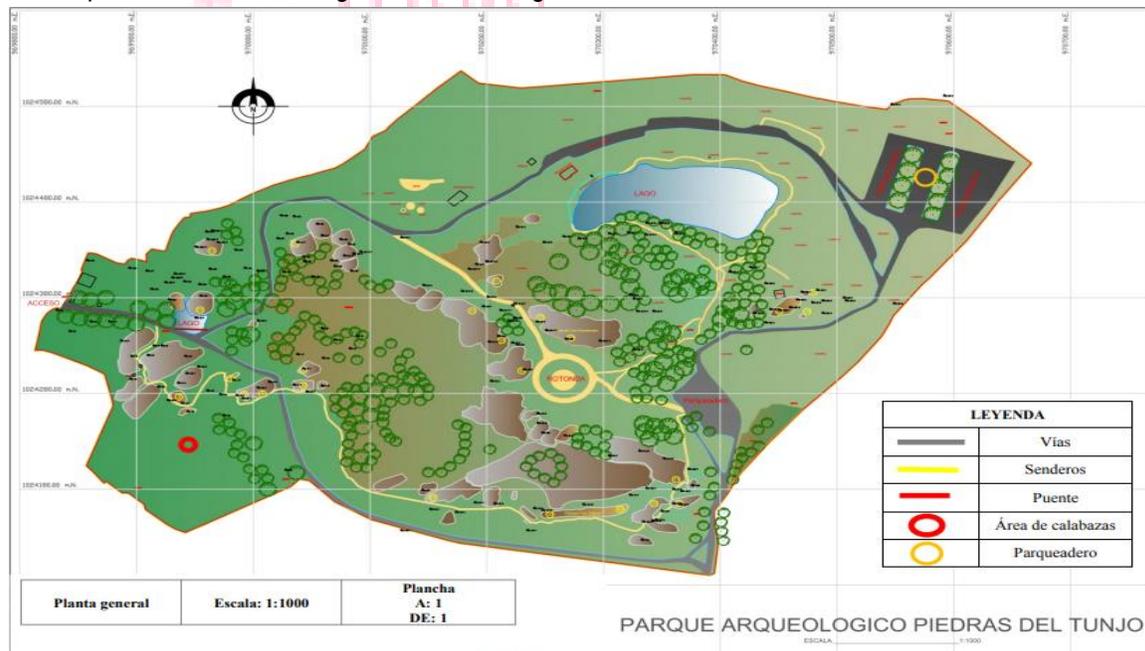


Imagen 15: Ubicación de los puntos de acopio en el mapa del Parque Arqueológico de Facatativá.

Fuente: Oficina de Obras Públicas del Municipio de Facatativá.

Actualmente el punto de acopio del parqueadero lateral ya no está con remanentes debido a que unos se han degradado por si solos y los demás han sido trasladados al punto de acopio de “Calabazas”. Este último es la única zona autorizada por el Parque para la disposición final de los remanentes.

6.1.4 APLICACIÓN DE LISTA DE CHEQUEO Y ENCUESTAS

Para la recopilación de la información sobre la generación y manejo de los residuos orgánicos dentro del Parque Arqueológico de Facatativá, se realizó una lista de chequeo y una encuesta a los funcionarios y personal de mantenimiento con el objeto conocer de identificar y cuantificar la cantidad de los remanentes. Los resultados se presentan a continuación y los formatos en la parte de Anexos.



Imagen 16: Aplicación de las encuestas a los funcionarios y personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá.

6.1.4.1 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE LA LISTA DE CHEQUEO

	REPÚBLICA DE COLOMBIA “LISTA DE CHEQUEO DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVA PAF”		
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN : Parque Arqueológico de Facatativá.			
DIRECCIÓN: Calle 5 # 12ª -10	TELÉFONO: 8421808	CIUDAD: Municipio de Facatativá	
PERSONAL RESPONSABLE: Marco Vinicio Malpica			
CARGO: Administrador		FECHA: 26 de agosto de 2019	
INSTRUCCIÓN DE VERIFICACIÓN	CUMPLE		OBSERVACIONES
	SI	NO	

1. CENTRO DE ACOPIO				
1.1 Se cuenta con una zona para el almacenamiento y disposición final de los residuos orgánicos.	X			Se observó un área a donde son llevados los residuos orgánicos, la cual se llama Calabazas.
1.2 El área donde son llevados los remanentes cuenta con las condiciones físicas y sanitarias para el almacenamiento y disposición final de estos..		X		Los residuos orgánicos son dejados en una área a cielo abierto sin ningún tipo de infraestructura.
1.3 Existen espacios separados física y sanitariamente para cada clase de residuos orgánicos.		X		Todos los residuos son dejados en la misma área.
1.4 Tiene una adecuada ubicación y accesibilidad para el personal que labora allí.	X			Para llegar al centro de acopio hay un sendero por el cual ingresan los vehículos que realizan la recolección.
1.5 En esta área se realiza algún tipo de aprovechamiento y/o disposición final de los residuos orgánicos.			X	Hay presencia de compostajes artesanales en el área.
2. RECURSO HUMANO				
2.1 El PAF cuenta con personal responsable de las funciones administrativas, asistenciales, de aseo y de mantenimiento.			X	Si pero el personal que se encuentra es insuficiente para las hectáreas del parque.
2.2 El recurso humano ha recibido entrenamiento y capacitación para el manejo de los residuos orgánicos.		X		No se tiene conocimiento del tema.
2.3 El personal cuenta con los elementos de protección personal (Botas, overol, guantes, caretas, etc) para el corte, poda y mantenimiento de zonas verdes y para el manejo de los remanentes.	X			Todo el personal de mantenimiento si cuenta con los elementos de protección requeridos para realizar las actividades de poda, corte y mantenimiento de zonas verdes.
3.APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS				
3.1 Con los remanentes presentes en el PAF se realizan procesos o métodos para hacer una adecuada disposición final como compostaje, lombricultura u otra.			X	Solo hay presencia de compostajes artesanales en el área.
3.2 Los compostajes artesanales presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá se utilizan para actividades agroforestales fuera y dentro de este.	X			Si se usan para la sustitución de especies arbóreas invasoras por nativas.
4. DOTACION DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y VEHÍCULOS				
4.1.El PAF dispone de herramientas de jardinería para la realización de las actividades de poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes.	X			El PAF dispone de las herramientas necesarias para las actividades de corte y poda.
4.2 El PAF dispone de vehículos de recolección y/o para el transporte interno de los remanentes.	X			Tiene uno llamado motocarguero, y en ocasiones cuenta con el tractor.
4.3 El PAF dispone de sistemas para pesaje de los residuos orgánicos .		X		El PAF no cuenta con ninguna pesa o bascula.
5. ACTIVIDADES TECNICO ADMINISTRATIVAS				
5.1 Cuenta con servicios contratados con gestores autorizados por los entes de control para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los remanentes.		X		Ningún agente externo recoge y/o aprovecha los residuos orgánicos generados en el PAF.

5.2 Existe la ruta de recolección interna de residuos sólidos aprovechables, con los horarios fijados y esta se encuentra publicada.	X			La recolección se hace con el motocarguero en los días de poda y corte por el sendero peatonal.
5.3 Se realiza el pesaje de los residuos orgánicos los días de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes.		X		Solo son recolectados y llevados al centro de acopio.
5.4 El personal conoce el tratamiento y disposición final de los residuos generados en el predio.			X	Solo realizan la recolección y los transportan hacia el centro de acopio.
5.5 Cuenta con documento-protocolo para informar accidentes de trabajo ocasionados por el manejo de residuos orgánicos y notificación a ARL.	X			Cada trabajador tiene su seguro laboral.
5.6 Se han presentado y reportado incidentes y accidentes de trabajo por el manejo de residuos orgánicos.		X		No hasta el momento.
6. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS				
6.1 Se cuenta con los soportes de asistencia del personal a las capacitaciones	X			Si se realiza cada vez que se realiza una capacitación.
6.2 Cuenta con las Actas de Comités administrativo de gestión ambiental (mínimo una por mes).	X			Si se realiza cada vez que se realiza una reunión.
6.3 Se realiza Evaluación y seguimiento a la ruta de recolección interna de residuos sólidos orgánicos.	X			Si se realiza para verificar su estado y si requiere algún cambio.
OBSERVACIONES GENERALES Y COMPROMISOS				
Persona que atendió la visita:			Personal que realizó la visita:	
Nombre: Marco Vinicio Malpica			Nombre: Mónica Patricia Avellaneda Niño	
Cargo: Administrador			Cargo: Estudiante de Ingeniería Ambiental	
Teléfono: 3112173889			Teléfono: 3133594162	

Tabla 3.: Resultados de la Lista de Chequeo aplicada en el Parque Arqueológico de Facatativá.

6.1.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

El resultado de las cinco (5) encuestas realizadas se dan a conocer y se explican a continuación:

PREGUNTA 1

1. ¿Cuál es su Género?			
Número de personas encuestadas	Hombre	Mujer	Otro
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	0	0
5	1	0	0
SUMATORIA	5	0	0

Tabla 4.: Resultados de la Pregunta 1 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

En el Parque Arqueológico de Facatativá laboran 5 personas de género masculino, como se observa en la Tabla 4, los cuales realizan la poda y el mantenimiento de las zonas verdes.

PREGUNTA 2

2. ¿Cuántos años tiene laborando en el Parque Arqueológico de Facatativá?				
Número de personas encuestadas	A. menos de 1 año	B. 1 a 3 años	C. 4 a 6 años	D. más de 6 años
1	0	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	1	0
5	1	0	0	0
SUMATORIA	1	2	2	0

Tabla 5: Resultados de la Pregunta 2 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

Las personas que laboran en el área de mantenimiento del PAF “Parque Arqueológico de Facatativá”, tienen diferentes tiempos laborales (Ver Tabla 5), donde una persona lleva laborando menos de un año, dos personas de 1 a 3 años y por ultimo dos personas de 4 a 6 años respectivamente.

PREGUNTA 3

3. Cargo en el cual labora					
Número de personas encuestadas	A. Servicios Generales	B. Personal de mantenimiento	C. Jardinero	D. Otro	CUAL
1	0	1	0		
2	0	1	0		
3	0	1	0		
4	0	0	0	1	Subdirector operativo
5	0	0	0	1	Jefe de mantenimiento
SUMATORIA	0	3	0	2	

Tabla 6: Resultados de la Pregunta 3 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

El personal de mantenimiento del PAF, que está confirmado por 5 hombres los cuales tienen diferentes cargos laborales como se observa en la Tabla 6, donde tres (3) personas son Jardineros, una (1) persona es Subdirector operativo y otra persona es Jefe de mantenimiento.

PREGUNTA 4

4. ¿Qué residuos orgánicos son generados en el Parque Arqueológico de Facatativá y mencione la composición de los residuos en porcentaje?						
Número de personas encuestadas	A. Pastos	B. Frutos y hierbas	C. Hojarasca y Flores secas	D. Ramas	E. Troncos	F. Otro Cual?
1	60	10	10	20	8	0
2	50	10	15	30	10	0
3	65	10	10	25	8	0
4	60	10	10	25	10	0
5	65	10	10	20	9	0
SUMATORIA	300	50	55	120	45	0

Tabla 7: Resultados de la Pregunta 4 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

Las personas encuestadas mencionaron que los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF), son pastos, frutos, hierbas, hojarasca, flores, ramas y troncos como se indica en la Tabla 7. Teniendo una mayor presencia los pastos y las ramas que los demás residuos orgánicos.



Gráfica 2: Residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF) determinados en porcentajes.

Como se muestra en la Gráfica 2, del total de los remanentes producidos en el PAF, el Pasto está en el primer lugar con el 52%, seguido de las ramas con un 21%, luego se encuentran la hojarasca y las flores secas con un 10%, en seguida están los frutos y las hierbas con un 9%, después los troncos con un 8% y por ultimo otros residuos con un 0%.

PREGUNTA 5

5. ¿Con que frecuencia se realiza la poda y recolección de la materia orgánica en el parque Arqueológico de Facatativá?			
Número de personas encuestadas	A. Anual	B. Semanal	C. Mensual
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	1	0
4	0	1	0
5	0	1	0
SUMATORIA	0	5	0

Tabla 8: Resultados de la Pregunta 5 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

La frecuencia con la que el personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá realiza la poda y recolección de los residuos orgánicos provenientes de las zonas verdes es semanal. Ver Tabla 8.

PREGUNTA 6

6. ¿Qué días a la semana se realiza la poda y recolección de los residuos orgánicos?			
Número de personas encuestadas	A. Lunes, miércoles y viernes	B. Martes, jueves y sábado.	D. otros días-Cuales (diario)
1	0	0	1
2	0	0	1
3	1	0	0
4	0	0	1
5	0	0	1
SUMATORIA	1	0	4

Tabla 9: Resultados de la Pregunta 6 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

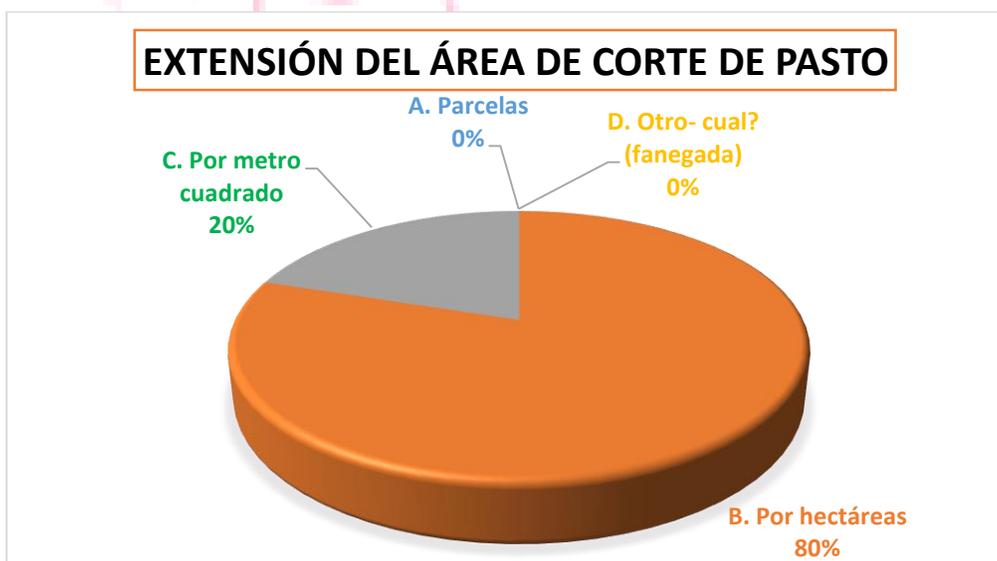
Los días de la semana en la que se realiza la poda y la recolección de los residuos orgánicos de acuerdo a la Tabla 9, son para una (1) persona los lunes, miércoles y viernes, y para las otras cuatro (4) personas se efectúan estas actividades otros días según lo establecido en el cronograma, hecho por los funcionarios del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

PREGUNTA 7

7. ¿Cuál es la extensión del área a la cual se le realiza el corte de pasto?				
Número de personas encuestadas	A. Parcelas	B. Por hectáreas	C. Por metro cuadrado	D. Otro- cuál?
1	0	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	1	0	0
5	0	1	0	0
SUMATORIA	0	4	1	0

Tabla 10: Resultados de la Pregunta 7 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

La extensión del área a la cual se le realiza el corte de pasto en el PAF, es para cuatro (4) personas una hectárea y para una (1) persona es por metro cuadrado como se indica en la Tabla 10.



Gráfica 3: Extensión del área de corte de pasto en el Parque Arqueológico de Facatativá determinados en porcentajes.

Como se observa en la Gráfica 3, la extensión del área de corte del pasto según las personas encuestadas donde para 4 de ellas es medida en hectáreas lo que equivale al 80% y para la persona restante es medida en metro cuadrado lo que equivale al 20%.

PREGUNTA 8

8. ¿Qué cantidad o peso aproximado de residuos orgánicos genera el Parque Arqueológico por la limpieza o arreglo de zonas verdes, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas?					
Número de personas encuestadas	A. 1 a 100 Kilogramos	B. 101 a 300 Kilogramos	C. 301 a 500 Kilogramos	D. 501 a 700 Kilogramos	E. 701 a 1000 kilogramos
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1
SUMATORIA	0	0	0	2	3

Tabla 11: Resultados de la Pregunta 8 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF..

La cantidad de residuos orgánicos en peso aproximado que se generan de las poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes en el PAF es para 2 personas de 501 a 700 kilogramos y para las otras 3 personas es de 701 a 1000 kilogramos, como se muestra en la Tabla 11.



Gráfica 4: Cantidad de residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá determinados en porcentajes y kilogramos.

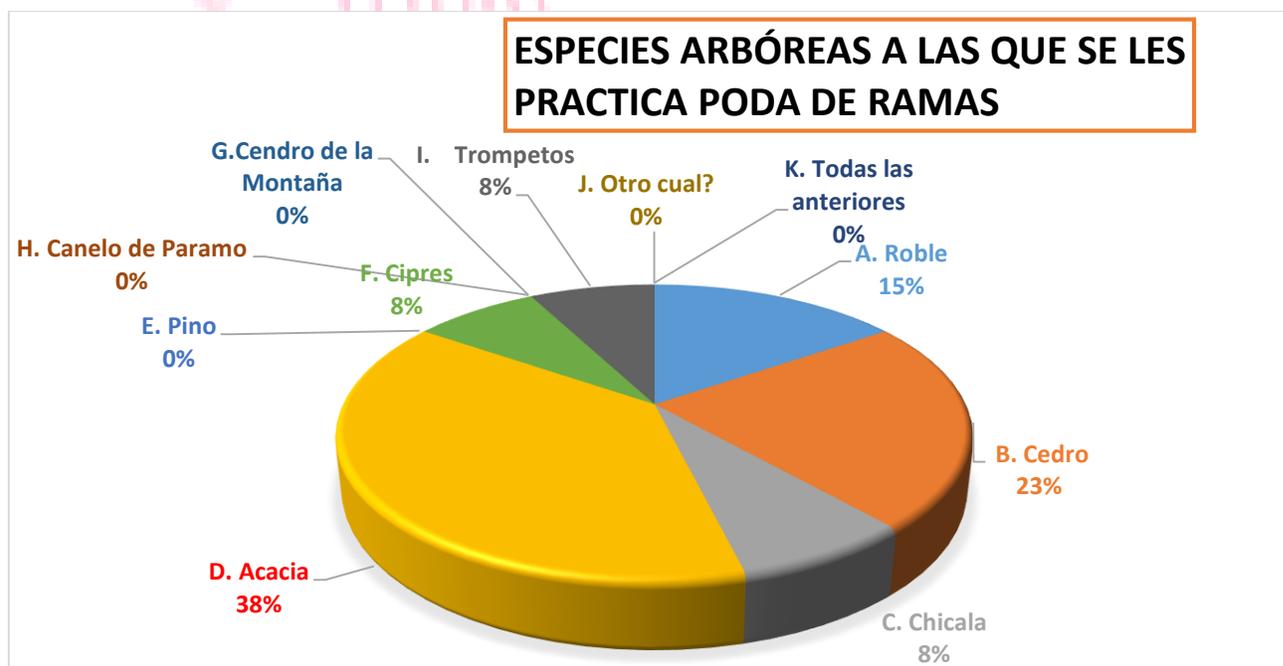
De acuerdo a la Gráfica 4, la cantidad de residuos orgánicos generados en el PAF en peso aproximado, para 2 personas encuestadas esta entre 501 a 700 kilogramos lo que equivale un 40%, y para las otras 3 personas esta entre 701 a 1000 kilogramos que corresponde a un 60% y las opciones de 1 a 100 kilogramos, de 101 a 300 kilogramos y de 301 a 500 kilogramos se obtiene un 0% ya que no fueron elegidas.

PREGUNTA 9

9. ¿A qué especies arbóreas se les practica la poda de ramas? Puede seleccionar más de tres opciones											
Número de personas encuestadas	A. Roble	B. Cedro	C. Chicalá	D. Acacia	E. Pino	F. Ciprés	G. Cedro de la Montaña	H. Canelo de Páramo	I. Trompeto	J. Otro cuál?	K. Todas las anteriores
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SUMATORIA	2	3	1	5	0	1	0	0	1	0	0

Tabla 12: Resultados de la Pregunta 9 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

A las especies que se les practica la poda de ramas según los funcionarios y el personal de mantenimiento del PAF, en la que cada uno de ellos podía seleccionar 3 especies de la lista proporcionada los resultados que se obtuvieron fue que el Roble tiene 2 elecciones, el Cedro 3 elecciones, la Acacia 5 elecciones, los arboles de Chicalá, el Ciprés y el Trompeto con una elección respectivamente y las especies de Pino, Cedro de la montaña, Canelo de páramo no tuvieron elecciones. Ver Tabla 12.



Gráfica 5: Especies arbóreas a las que se les realiza poda de ramas en el PAF.

En la gráfica 5 se puede observar el porcentaje de las especies arbóreas a las cuales se les realiza la poda de ramas donde La Acacia tiene el 38%, El Cedro el 23%, El Roble el 15%, El Chicalá, Trompetos

y El Ciprés el 8% respectivamente y las especies de Cedro de la montaña, Canelo de paramo y Pino tuvieron un 0% al igual que las opciones de Todas las anteriores y Otro cual.

PREGUNTA 10

10. ¿Son separados los remanentes generados en las podas de los árboles, hierbas, pastos, hojarascas y demás?		
Número de personas encuestadas	A. SI	B. NO
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0
5	1	0
SUMATORIA	5	0

Tabla 13: Resultados de la Pregunta 10 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

De acuerdo con los funcionarios y el personal de mantenimiento los remanentes generados por la poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes, son separados, donde las 5 personas encuestadas respondieron que SI, como se observa en la Tabla 13 de los demás residuos presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

PREGUNTA 11

11. ¿A dónde son llevados los remanentes provenientes de las actividades del mantenimiento de las zonas verdes?					
Número de personas encuestadas	A. Centro de Acopio	B. Vivero	C. Huertas	D. Pilas	E. Otro cuál?
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
SUMATORIA	5	0	0	0	0

Tabla 14: Resultados de la Pregunta 11 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

Como se observa en la Tabla 14, de acuerdo a las 5 personas encuestadas los remanentes provenientes de las actividades de mantenimiento de las zonas verdes en el PAF, son llevados al centro de acopio.

PREGUNTA 12

12. Cómo se llama o como denomina el lugar donde disponen los remanentes de la poda?			
Número de personas encuestadas	A. Calabazas	B. 7 de Agosto	C. Parqueadero
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	0	0
5	1	0	0
SUMATORIA	5	0	0

Tabla 15: Resultados de la Pregunta 12 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

El Parque Arqueológico de Facatativá ha llamado al centro de acopio a donde son llevados los remanentes generados del mantenimiento de las zonas verdes como “Calabazas”. Como se puede ver en la Tabla 15.

PREGUNTA 13

13. ¿En qué medios son transportados los restos vegetales hacia la zona adecuada para su disposición?				
Número de personas encuestadas	A. Carretilla	B. Tractor	C. Moto Carguero	D. Todas las anteriores
1	0	0	0	1
2	0	0	0	1
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	0	0	0	1
SUMATORIA	0	0	1	4

Tabla 16: Resultados de la Pregunta 13 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

Como se muestra en la Tabla 16, para una de las personas encuestadas el medio de transporte usado para llevar los remanentes al centro de acopio es el Motocarguero, mientras que para las otras 4 son la Carretilla, el Tractor y el Motocarguero los cuales están relacionados en la opción D.

PREGUNTA 14

14. ¿Qué peso aproximado de residuos orgánicos considera usted que son transportados por los vehículos al lugar donde son reunidos?					
Número de personas encuestadas	A. 1 a 100 Kilogramos	B. 101 a 200 Kilogramos	C. 201 a 300 Kilogramos	D. 301 a 400 Kilogramos	E. 401 a 500 kilogramos
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	1	0
5	0	0	0	1	0
SUMATORIA	0	0	0	4	1

Tabla 17: Resultados de la Pregunta 14 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

El peso aproximado de los remanentes que son transportados en los vehículos hasta el centro de acopio para 4 personas entrevistadas es de 301 a 400 kilogramos, y para la persona restante el peso esta entre 401 a 500 kilogramos, como se indica en la Tabla 17.

PREGUNTA 15

15. ¿Son reutilizados los remanentes obtenidos de las zonas verdes?		
Número de personas encuestadas	A. SI	B. NO
1	1	0
2	1	0
3	0	1
4	0	1
5	0	1
SUMATORIA	2	3

Tabla 18: Resultados de la Pregunta 15 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

Como se registra en la Tabla 18, para 2 funcionarios y personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá los residuos orgánicos obtenidos de las zonas verdes si son reutilizados, mientras que para las 3 personas restantes no lo son.

PREGUNTA 16

16. ¿Qué técnicas utilizan con los remanentes para obtener un buen aprovechamiento?				
Número de personas encuestadas	A. Compostaje	B. Lombricultura	C. Alimentación de animales	D. otro Cuál?
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
SUMATORIA	5	0	0	0

Tabla 19: Resultados de la Pregunta 16 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

En el Parque Arqueológico de Facatativá con los remanentes de provenientes de las zonas verdes se utiliza la técnica del compostaje como se observa en la Tabla 19, de forma artesanal y en pocas cantidades en un área del centro de acopio.

PREGUNTA 17

17. ¿Qué procesos o métodos cree usted que se pueden efectuar para hacer una adecuada disposición final de los remanentes?			
Número de personas encuestadas	A. Compostaje	B. Lombricultura	C. Otro Cuál?
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	0	0
5	1	0	0
SUMATORIA	5	0	0

Tabla 20: Resultados de la Pregunta 17 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

Los funcionarios y personal de mantenimiento del PAF, respondieron que a los remanentes provenientes de las zonas verdes se les puede dar una mejor disposición final y aprovechamiento por medio de la técnica del compostaje como se muestra en la Tabla 20.

PREGUNTA 18

18. ¿El Parque Arqueológico cuenta con un proyecto para realizar una adecuada disposición final y una buena utilización de los residuos orgánicos generados en este?		
Número de personas encuestadas	A. SI	B. NO
1	1	0
2	1	0
3	0	1
4	0	1
5	0	1
SUMATORIA	2	3

Tabla 21: Resultados de la Pregunta 18 de la encuesta aplicada a los funcionarios y al personal de mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá PAF.

De acuerdo con las 5 personas encuestadas, para 2 de ellas dentro del Parque Arqueológico de Facatativá si se realiza una buena disposición final y utilización de los residuos orgánicos generados del mantenimiento de las zonas verdes dentro de este por medio de la realización de compostaje artesanal, mientras que para las otras 3 personas no se efectúa ningún tipo de aprovechamiento para estos remanentes, como se indica en la Tabla 21.

6.1.5 FASE II CARACTERIZACIÓN

6.1.5.1 COMPOSICIÓN FÍSICA

Para determinar qué tipo de residuos orgánicos se generan en el Parque Arqueológico de Facatativá provenientes de las actividades de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes, se aplicó la técnica de cuarteo donde la muestra inicial tuvo un peso de 20 kilogramos y el último montón quedó de 5 kilogramos, como se indica en la Imagen 13.

De esta pila final se separaron los remanentes según su clase (pasto, ramas, troncos, hojarasca, semillas, flores, frutos y residuos varios), se empacaron, se pesaron y se llevaron al laboratorio de la Universidad de Cundinamarca con el fin de determinar parámetros como el pH, la humedad, el porcentaje de humedad y porcentaje de presencia, por medio del uso de equipos y material de esa sala, al igual la aplicación de fórmulas y conversión de unidades.

Los cuarteos se realizaron en los meses de septiembre y octubre:

- **Cuarteo 1:**

Fecha de realización del cuarteo y recolección de muestras: lunes 02 de septiembre de 2019.
Temperatura de 19°C. Lugar: Parque Arqueológico de Facatativá-municipio de Facatativá.

- **Cuarteo 2:**

Fecha de realización del cuarteo y recolección de muestras: lunes 16 de septiembre de 2019.
Temperatura de 19°C. Lugar: Parque Arqueológico de Facatativá-municipio de Facatativá.

- **Cuarteo 3:**

Fecha de realización del cuarteo y recolección de muestras: lunes 30 de septiembre de 2019.
Temperatura de 21°C. Lugar: Parque Arqueológico de Facatativá-municipio de Facatativá.

- **Cuarteo 4:**

Fecha de realización del cuarteo y recolección de muestras: lunes 07 de octubre de 2019.
Temperatura de 22°C. Lugar: Parque Arqueológico de Facatativá-municipio de Facatativá.

- **Cuarteo 5:**

Fecha de realización del cuarteo y recolección de muestras: lunes 21 de septiembre de 2019.
Temperatura de 18°C. Lugar: Parque Arqueológico de Facatativá-municipio de Facatativá.

A continuación, en la Gráfica 6, se registra el paso de la técnica del cuarteo que se llevó a cabo para la recolección de muestras de los remanentes generados en el PAF.



Gráfica 6: Procedimiento del cuarteo realizado en el Parque Arqueológico de Facatativá.

6.1.6 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL PAF POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO

Para determinar el porcentaje de presencia de cada uno de los remanentes presentes en los cinco (5) cuarteos se aplicó la Ecuación 1. Este cálculo permite conocer que residuo orgánico es más predominante en cada uno de los cuarteos.

$\% i = \frac{Wi}{Wt} * 100$	$\% \text{ de presencia} = \frac{\text{Peso del residuo en la muestra del cuarteo}}{\text{Peso total de la muestra del cuarteo}} * 100$
------------------------------	---

Ecuación 1: Fórmula del porcentaje de presencia de los residuos orgánicos.

- **Wt**= Peso total de los residuos orgánicos recolectados.
- **Wi** = Equivale al peso de cada clase de residuos orgánicos (pasto, ramas, hojas, semillas, frutos, flores, troncos) presentes en la muestra. (Rendón A., 2012).
- **% i** =Porcentaje de presencia de cada uno de los residuos orgánicos que se encuentran en la muestra.

En el Ejemplo 1, se muestra la aplicación de la Ecuación 1 con los datos de la muestra de Pasto y el peso total de los residuos recolectados en el cuarteo 1. Los datos de este cuarteo se encuentran en la Tabla 23.

$$\% \text{ de presencia} = \frac{1032,8}{5001,9} * 100 = 21\%$$

Ejemplo 1:Aplicación de la fórmula de porcentaje de presencia de los residuos orgánicos con datos del cuarteo 1.

De esta misma forma se efectuó el cálculo de los porcentajes de presencia para los 5 cuarteos realizados con sus respectivas muestras. Y se establece que el remanente más predominante y con mayor porcentaje de presencia en todos los cuarteos es el Pasto.

6.1.6.1 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1

En el cuarteo 1, se encontraron 8 tipos de los residuos orgánicos los cuales fueron Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios (pedazos pequeños de ramas, hojas, semillas, flores y tierra), Flores, Frutos y Semillas.

CUARTEO 1			
Nº	MUESTRA	PESAJE (gramos)	PORCENTAJE
1	Pasto	1032,8	21%
2	Troncos	783,4	16%
3	Hojarasca	794,6	16%
4	Ramas	764,3	15%
5	Residuos Varios	450,2	9%
6	Flores	432,6	9%
7	Frutos	410	8%
8	Semillas	334	7%
Peso total de los residuos recolectados		5001,9	100%

Tabla 22:Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 1.

En la Tabla 23, se puede observar que para este cuarteo se manejó un peso total de los residuos recolectados de 5001,9 kilogramos.



Gráfica 7: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.

De la Gráfica 7, se puede inferir que el remanente más predominante en el Cuarteo 1 es el Pasto con un 21% de presencia, en el segundo lugar se encuentran los Troncos y la Hojarasca con un 16% de presencia respectivamente, siguen las Ramas con el 15%, luego están los Residuos varios y las Flores con un 9%, después están los Frutos con un 8% y por último las Semillas con el 7%.

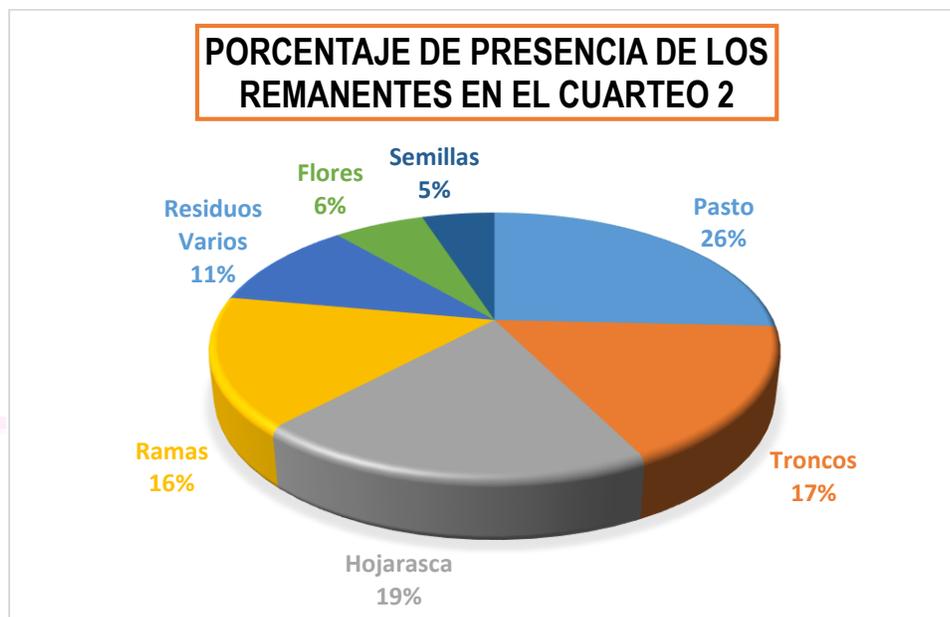
6.1.6.2 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2

En el cuarteo 2, se encontraron 7 tipos de los residuos orgánicos los cuales fueron Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios (pedazos pequeños de ramas, hojas, semillas, flores y tierra), Flores y Semillas.

CUARTEO 2			
Nº	MUESTRA	PESAJE(gramos)	PORCENTAJE
1	Pasto	1286,8	26%
2	Troncos	845,7	17%
3	Hojarasca	967,2	19%
4	Ramas	795,9	16%
5	Residuos Varios	543,8	11%
6	Flores	312,5	6%
7	Semillas	249,3	5%
Peso total de los residuos recolectados		5001,2	100%

Tabla 23: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 2.

Para este cuarteo se tuvo un peso total de los residuos recolectados de 5001,2 kilogramos, como se muestra en la Tabla 24.



Gráfica 8: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.

El remanente con mayor porcentaje de presencia en el cuarteo 2, como se observa en la Gráfica 8, es el Pasto con un 26%, seguido de la Hojarasca con un 19%, luego siguen las Ramas con un 16%, los Residuos Varios con un 11%, las Flores con 6% y por último las Semillas con un 5%.

6.1.6.3 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3

En el cuarteo 3, se encontraron 7 tipos de los residuos orgánicos los cuales fueron Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios (pedazos pequeños de ramas, hojas, semillas, flores y tierra), Flores y Frutos.

CUARTEO 3			
N°	MUESTRA	PESAJE(gramos)	PORCENTAJE
1	Pasto	1268,2	25%
2	Troncos	871,4	17%
3	Hojarasca	973,6	19%
4	Ramas	771,8	15%
5	Residuos Varios	518,3	10%
6	Flores	282,6	6%
7	Frutos	317,2	6%
Peso total de los residuos recolectados		5003,1	100%

Tabla 24: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 3.

Como se muestra en la Tabla 25, el peso total de los residuos recolectados que se manejó para este cuarteo es de 5003,1 kilogramos.



Gráfica 9: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 3.

De la Gráfica 9, se puede inferir que el remanente con mayor porcentaje de presencia en el cuarteo 3 es el Pasto con un 25%, seguido de la Hojarasca con un 19%, los Troncos con un 17%, las Ramas con un 15%, los Residuos Varios con un 10% y por últimos las Flores y los Frutos con un 6% respectivamente.

6.1.6.4 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4

En el cuarteo 4, se encontraron 7 tipos de los residuos orgánicos los cuales fueron Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios (pedazos pequeños de ramas, hojas, semillas, flores y tierra), Flores, y Semillas.

CUARTEO 4			
Nº	MUESTRA	PESAJE (gramos)	PORCENTAJE
1	Pasto	1453,7	29%
2	Troncos	668,5	13%
3	Hojarasca	897,3	18%
4	Ramas	843,8	17%
5	Residuos Varios	384,6	8%
6	Flores	357,3	7%
7	Semillas	396,2	8%
Peso total de los residuos recolectados		5001,4	100%

Tabla 25: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 4.

Para el cuarteo 4 se manejó un peso total de los residuos recolectados de 5001,4 kilogramos como se indica en la Tabla 26.



Gráfica 10: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 4..

En la Gráfica 10, se visualiza que el Pasto es el remanente con el mayor porcentaje de presencia con un 29%, seguido de la Hojarasca con un 18%, las Ramas con un 17%, los Troncos con un 13%, los Residuos Varios y las Semillas con un 8% respectivamente y por ultimo las Flores con un 7%.

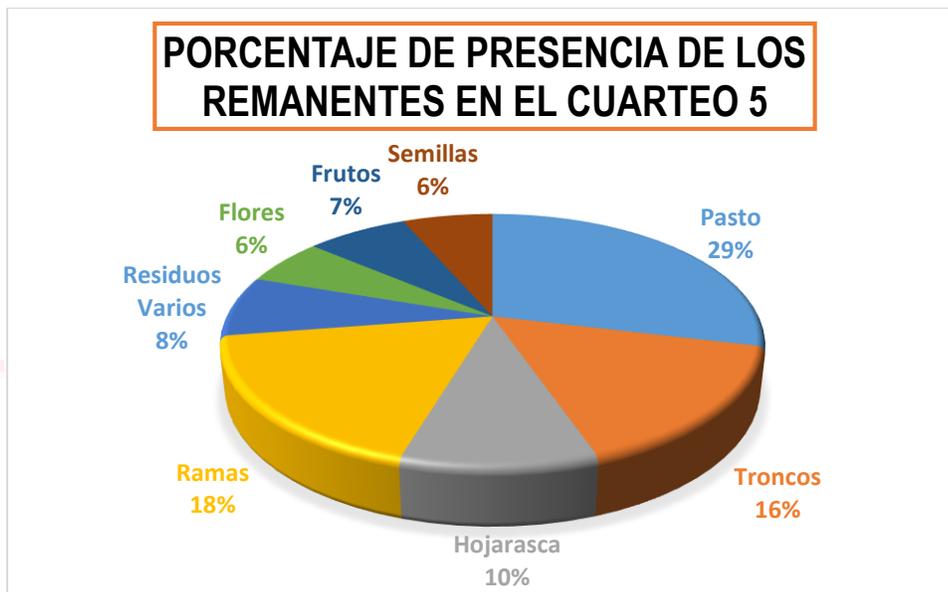
6.1.6.5 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5

En el cuarteo 5, se encontraron 8 tipos de los residuos orgánicos los cuales fueron Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Varios (pedazos pequeños de ramas, hojas, semillas, flores y tierra), Flores, Frutos y Semillas.

CUARTEO 5			
N°	MUESTRA	PESAJE (gramos)	PORCENTAJE
1	Pasto	1438,7	29%
2	Troncos	796,9	16%
3	Hojarasca	497,5	10%
4	Ramas	894,8	18%
5	Residuos Varios	386,4	8%
6	Flores	297,8	6%
7	Frutos	364,6	7%
8	Semillas	324,8	6%
Peso total de los residuos recolectados		5001,5	100%

Tabla 26: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos del cuarteo 5.

En la Tabla 27 se visualiza que para este cuarteo se tuvo un peso total de los residuos recolectados de 5001,5 kilogramos.



Gráfica 11: Porcentaje de presencia de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.

Como se da a conocer en la Gráfica 11 el remanente con el porcentaje de presencia más alto es el Pasto con un 29%, luego se encuentra las Ramas con un 18%, los Troncos con un 16%, la Hojarasca con un 10%, los Residuos Varios con un 8%, los Frutos con un 7% y por últimos las Flores y Semillas con un 6% respectivamente.

6.1.7 DETERMINACIÓN DE PH EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO

El pH define la supervivencia de los microorganismos que intervienen en el proceso del compostaje ya que cada uno de estos requiere un pH óptimo para su crecimiento, dinámica y multiplicación.

La medición de este parámetro se hace con el fin de conocer el valor del pH de cada uno de los remanentes que se generan en el Parque Arqueológico de Facatativá por las actividades de poda, corte y mantenimiento de zonas verdes, al obtener estos datos se determina si los valores están dentro del rango adecuado, y si llegaron a estar muy ácidos se estabilizan con adición de cal y/o Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N, o si están muy básicos se estabilizan también con cal y/o Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

Para determinar el valor del pH a las muestras de los residuos orgánicos provenientes de las zonas verdes del Parque Arqueológico de Facatativá, las cuales fueron tomadas por medio de la técnica de cuarteo; se usó la cinta indicadora y dos tipos de pH metros uno electrométrico y el otro digital.

La medida del pH para los 5 cuarteos se realizó en las siguientes fechas:

- **Cuarteo 1:**

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 03 de septiembre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro electrométrico y cinta indicadora.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

- **Cuarteo 2:**

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 17 de septiembre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro electrométrico y cinta indicadora.

Temperatura de 18°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

- **Cuarteo 3:**

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 01 de octubre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro electrométrico y cinta indicadora.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

- **Cuarteo 4:**

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 08 de octubre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro digital y cinta indicadora.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

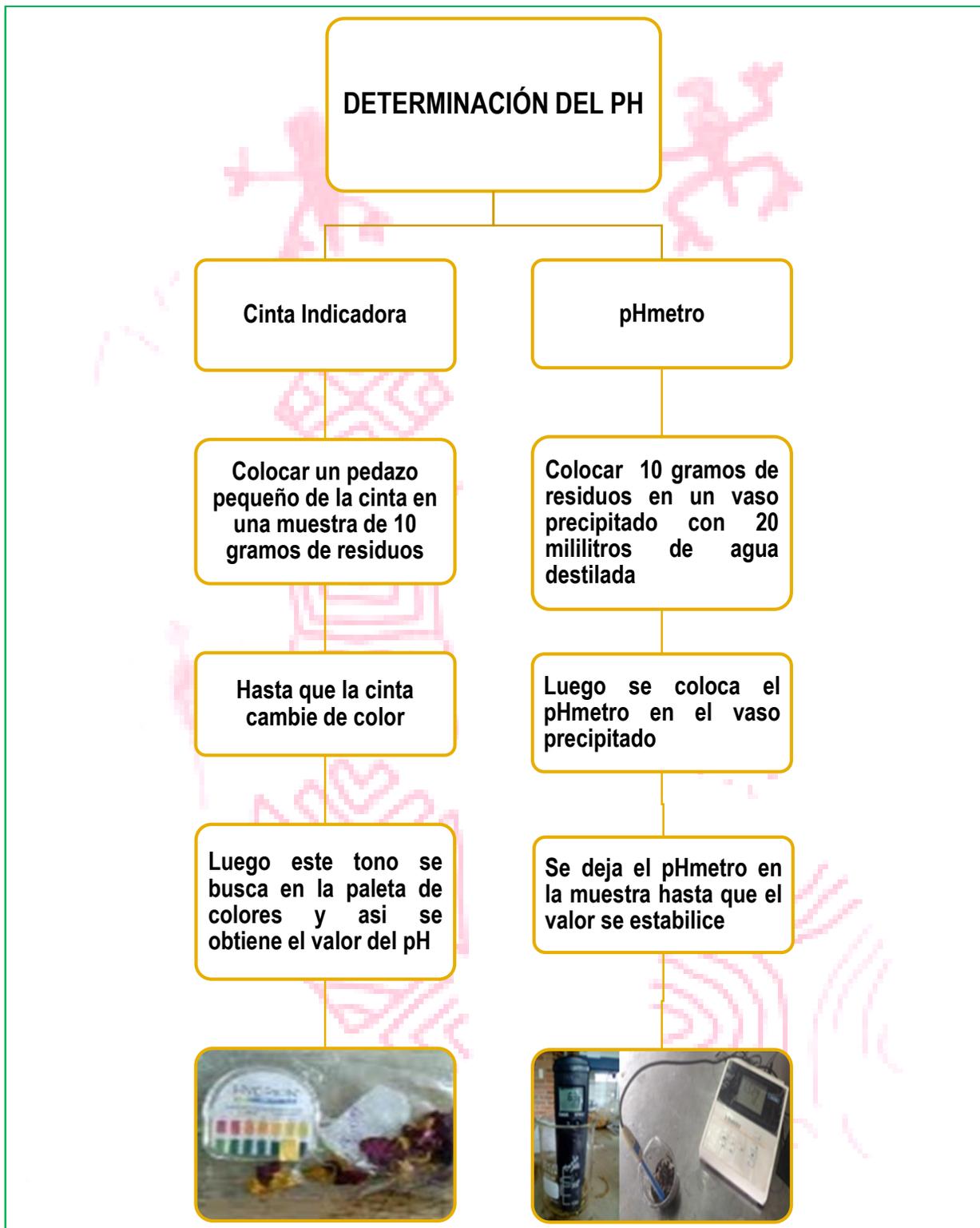
- **Cuarteo 5:**

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 22 de octubre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro digital y cinta indicadora.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Por medio de la Gráfica 12, se da a conocer el paso a paso del procedimiento para determinar el valor del pH de cada uno de los remanentes encontrados en los cuarteos por medio del el pHmetro electrométrico, pHmetro digital y la cinta indicadora.



Gráfica 12: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras recolectadas de los residuos orgánicos presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá por medio de la técnica del cuarteo.

En relación a lo anterior, en la Tabla 27 se registra diversas imágenes donde se observan los valores del pH de unos remanentes con la utilización de los tres instrumentos medidores para la determinación de este parámetro. Los resultados adquiridos están dentro del rango óptimo para el proceso de compostaje, el cual es de (5,8 a 7,2) (Pantoja Alberto , Martínez María, 2013).

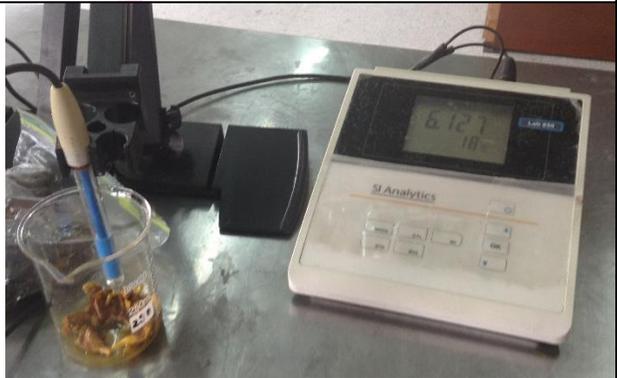
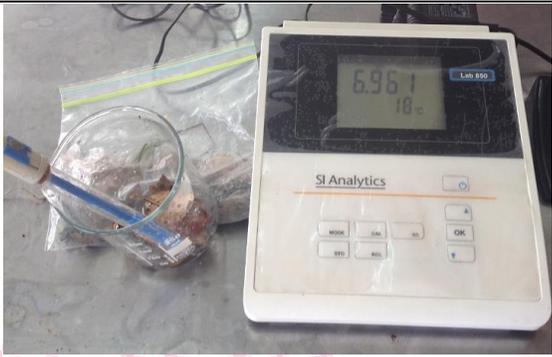
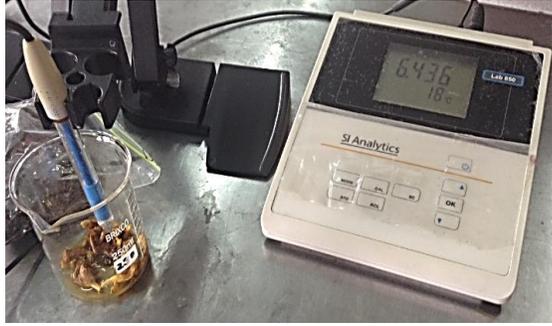
VALORES DE LOS PH TOMADOS A LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PAF		
CINTA INDICADORA	PH METRO ELECTROMÉTRICO	PH METRO DIGITAL
		
Remanente: Residuos Varios Valor pH: 6	Remanente: Flores Valor pH: 6,32	Remanente: Flores Valor pH:6,127
		
Remanente: Flores Valor pH: 6	Remanente: Frutos Valor pH: 6,32	Remanente: Hojarasca Valor pH: 6,961
		
Remanente: Pasto Valor pH: 6	Remanente: Semillas Valor pH: 6,32	Remanente: Flores Valor pH: 6,436

Tabla 27:Valores de los pH tomados a los residuos orgánicos generados en el PAF.

6.1.7.1 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1

Para establecer los valores del pH de los residuos orgánicos encontrados en el cuarteo 1, se utilizó la cinta indicadora y el pHmetro electrométrico.

CUARTEO 1			
N°	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro electrométrico
1	Pasto	6	6,32
2	Troncos	6	6,32
3	Hojarasca	6	6,32
4	Ramas	6	6,32
5	Residuos Varios	6	6,32
6	Frutos	6	6,33
7	Flores	6	6,32
8	Semillas	6	6,33
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,32

Tabla 28: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 1.

Como se indica en la Tabla 28, los resultados obtenidos de los 8 remanentes del cuarteo 1, se distribuyen de la siguiente forma, seis residuos (Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios y Flores) tienen un pH de 6,32 y los otros dos residuos (Frutos y Semillas) un valor de 6,33 y el promedio del pH de las muestras es de 6,32.

6.1.7.2 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2

Para determinar el pH de los residuos orgánicos del cuarteo 2, se utilizó la cinta indicadora y el pHmetro electrométrico.

CUARTEO 2			
N°	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro electrométrico
1	Pasto	6	6,33
2	Troncos	6	6,35
3	Hojarasca	6	6,41
4	Ramas	6	6,34
5	Residuos Varios	6	6,33
6	Flores	6	6,34
7	Semillas	6	6,32
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,35

Tabla 29: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 2.

Los resultados obtenidos de los 7 remanentes del cuarteo 2, como se indica en la Tabla 29, se dividen del siguiente modo, un residuo (Semillas) tienen un pH de 6,32, dos residuos (Pasto, Residuos Varios) con un

valor de 6,33, dos residuos (Ramas, Flores) con un pH de 6,34, un residuo (Troncos) con un valor de 6,35 y un residuo (Hojarasca) con un pH de 6,41 y el promedio del pH de las muestras es de 6,35.

6.1.7.3 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3

Para determinar el pH de los residuos orgánicos del cuarteo 3, se empleó la cinta indicadora y el pHmetro electrométrico.

CUARTEO 3			
N°	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro electrométrico
1	Pasto	6	6,32
2	Troncos	6	6,32
3	Hojarasca	6	6,32
4	Ramas	6	6,32
5	Residuos Varios	6	6,32
6	Flores	6	6,33
7	Frutos	6	6,32
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,32

Tabla 30: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 3.

En la Tabla 30, se observan los resultados adquiridos de los 7 remanentes los cuales se dividen de la siguiente forma donde seis residuos (Pasto, Troncos, Hojarasca, Ramas, Residuos Varios y Frutos) tienen un pH de 6,32 y un residuo (Flores) con un valor de 6,33 y el promedio del pH de las muestras es de 6,32.

6.1.7.4 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4

Para determinar el valor del pH de los residuos orgánicos del cuarteo 4, se empleó la cinta indicadora y el pHmetro digital.

CUARTEO 4			
N°	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro Digital
1	Pasto	6	6,414
2	Troncos	6	6,337
3	Hojarasca	6	6,961
4	Ramas	6	6,422
5	Residuos Varios	6	6,322
6	Flores	6	6,436
7	Semillas	6	6,127
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,43

Tabla 31: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 4.

Los resultados de los 7 remanentes del cuarteo 4, se expresan de la siguiente, la muestra de Pasto tiene un pH de 6,414, los Troncos un valor de 6,337, la Hojarasca un valor de 6,961, las Ramas con un pH de

6,422, los Residuos Varios un valor de 6,322, las Flores un pH de 6,436 y las Semillas un valor de 6,127 y el promedio del pH de las muestras es de 6,43. como se indica en la Tabla 31.

6.1.7.5 VALORES DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5

Para determinar el valor del pH de los residuos orgánicos del cuarteo 5, se empleó la cinta indicadora y el pHmetro digital.

CUARTEO 4			
Nº	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro Digital
1	Pasto	6	6,635
2	Troncos	6	6,710
3	Hojarasca	6	6,320
4	Ramas	6	6,495
5	Residuos Varios	6	6,893
6	Flores	6	6,263
7	Frutos	6	6,286
8	Semillas	6	6,586
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,52

Tabla 32: Valores de pH tomados en laboratorio por medio de la cinta indicadora y el pHmetro para los residuos orgánicos del cuarteo 5.

En la Tabla 32, se observan los resultados adquiridos de los 7 remanentes los cuales se presentan de la siguiente forma donde el Pasto tiene un pH de 6,635, los Troncos un valor de 6,710, la Hojarasca con un valor de 6,320, las Ramas con un pH de 6,495, los Residuos Varios con un valor de 6,893, las Flores con un valor de 6,263, los Frutos tienen un pH de 6,286 y las Semillas Flores con un valor de 6,586 y el promedio del pH de las muestras es de 6,52.

6.1.8 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO

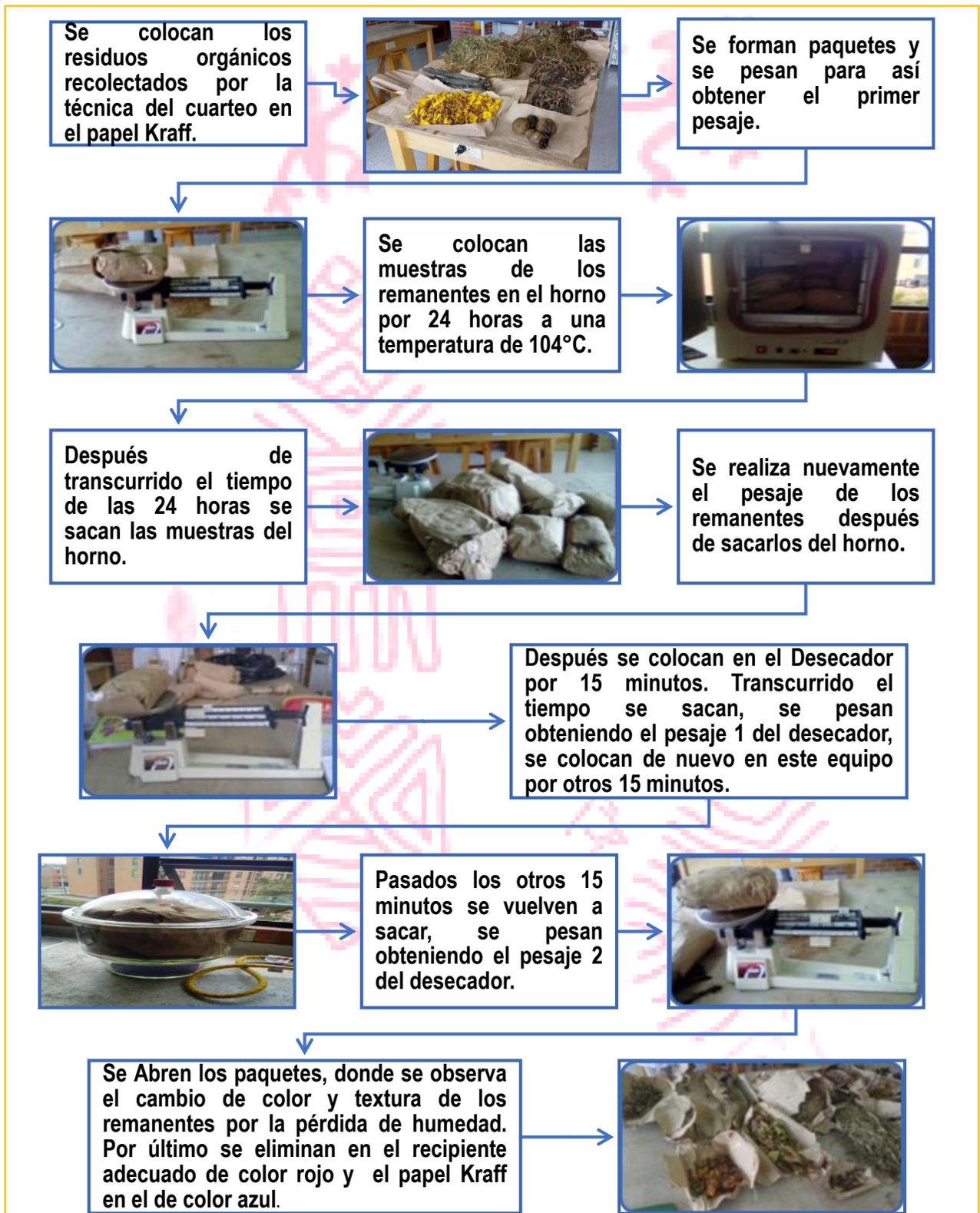
La determinación de este parámetro se hace con la finalidad de conocer si los remanentes que se generan en las zonas verdes en el Parque Arqueológico de Facatativá tienen un buen contenido de humedad o requieren que se les realice riego o adición de material fresco con mayor contenido de agua como césped o restos de fruta, y para subir el nivel de la humedad se agrega material seco como aserrines, paja u hojas secas para disminuirla.

La medición de Humedad se realiza en el laboratorio con ayuda de un horno de secado y un desecador, con el objetivo de ver la capacidad de degradación de los residuos orgánicos donde se observa la disminución de las dimensiones de estos desde el pesaje inicial hasta el peso real. Si esta condición se cumple los remanentes si son aptos para incluirlos en el proceso de compostaje.

La medición de la humedad se realizó en las siguientes fechas:

- **Cuarteo 1:** Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 02 de septiembre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 03 de septiembre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
- **Cuarteo 2:** Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 16 de septiembre de 2019. Temperatura del laboratorio 20°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 17 de septiembre de 2019. Temperatura del laboratorio 18°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
- **Cuarteo 3:** Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 30 de septiembre de 2019. Temperatura del laboratorio 18°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 01 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
- **Cuarteo 4:** Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 07 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 08 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
- **Cuarteo 5:** Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 21 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 20°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.
Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 22 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

En la Gráfica 13, se da a conocer el paso a paso para la determinación de la humedad de los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF), por las actividades de poda, corte y mantenimiento de zonas verdes.



Gráfica 13: Paso a paso de la determinación de la humedad de los residuos orgánicos generados en el parque arqueológico de Facatativá. (PAF).

Con los datos obtenidos se establecieron los siguientes términos:

- **Muestra:** Nombre del remanente presente en el cuarteo realizado.
- **Peso Inicial:** Valor del peso en gramos del remanente presente en el cuarteo realizado.
- **Pesaje al sacar del horno:** Valor del peso del remanente después de sacarlo del horno.
- **Pesaje 1 del Desecador:** Valor del remanente después de sacarlo del desecador por primera vez.
- **Peso 2 del Desecador:** Valor del remanente después de sacarlo del desecador por segunda vez.
- **Peso real:** Valor neto o final del remanente, sin el peso del papel Kraff. Ver Ecuación 2.
- **Peso perdido:** Valor de la disminución del peso del remanente al final del procedimiento. Ver Ecuación 3.

El peso total de las muestras de los residuos orgánicos que se manejaron en cada uno de los cinco cuarteos fue de 5000 gramos respectivamente.

Para determinar el peso real de los residuos orgánicos presentes en cada uno de los cuarteos, se empleó la Ecuación 2.

$$\text{Peso Real} = \text{Pesaje 2 Desecador} - \text{Peso del papel Kraff}$$

Ecuación 2: Cálculo para hallar el valor del peso real de los remanentes.

El peso del papel Kraff es de 1 gramo para todos los remanentes y laboratorios. A continuación, se puede ver la aplicación de la Ecuación 2 con los datos del remanente Pasto del cuarteo 1. Ver Ejemplo 2.

$$\text{Peso Real} = 986 - 1 = 985 \text{ gramos}$$

Ejemplo 2: Aplicación de la fórmula del peso real de los remanentes.

Para conocer la cantidad de gramos perdió que cada uno de los remanentes durante el procedimiento, se determinó por medio de la Ecuación 3.

$$\text{Peso perdido} = \text{Peso inicial} - \text{Peso real}$$

Ecuación 3: Cálculo para determinar el peso perdido de los remanentes.

En el Ejemplo 3, se muestra la aplicación de la Ecuación 3 con los datos del Pasto del cuarteo 1 para determinar el valor del peso perdido del residuo.

$$\text{Peso perdido} = 1032,8 - 985 = 47,8 \text{ gramos}$$

Ejemplo 3: Aplicación de la fórmula de peso perdido de los remanentes.

A pesar que los remanentes perdieron una cantidad de peso, al finalizar la prueba de laboratorio se observó que al momento de desecharlos todavía tenían una cantidad considerable de humedad. Por lo tanto, para que queden totalmente secos se debe realizar este procedimiento más de dos veces.

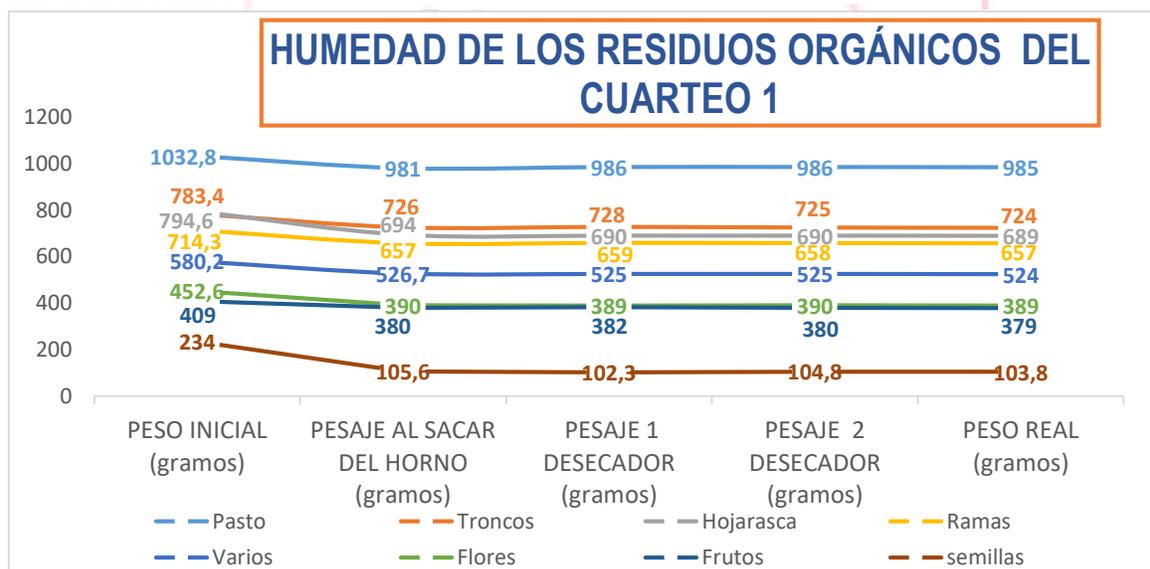
Lo cual indica que la cantidad de humedad presente en los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá, es la adecuada para obtener un producto final de buena calidad.

6.1.8.1 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1

CUARTEO 1							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Pasto	1032,8	981	986	986	985	47,8
2	Troncos	783,4	726	728	725	724	59,4
3	Hojarasca	794,6	694	690	690	689	105,6
4	Ramas	714,3	657	659	658	657	57,3
5	Residuos Varios	580,2	526,7	525	525	524	56,2
6	Flores	452,6	390	389	390	389	63,6
7	Frutos	409	380	382	380	379	30
8	semillas	234	105,6	102,3	104,8	103,8	130,2
PESO TOTAL		5000,9				4450,8	550,1

Tabla 33: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 1.

En el cuarteo 1 se trabajó con una muestra total de 5000,9 gramos de los cuales se perdieron por evaporación 550,1 gramos y al final de la prueba de laboratorio se terminó con 4450,8 gramos, como se indica en la Tabla 33.



Gráfica 14: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.

En la Gráfica 14, se puede observar que los remanentes tuvieron una mayor pérdida de peso por la evaporación, desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno ya que la línea de tendencia tiene una

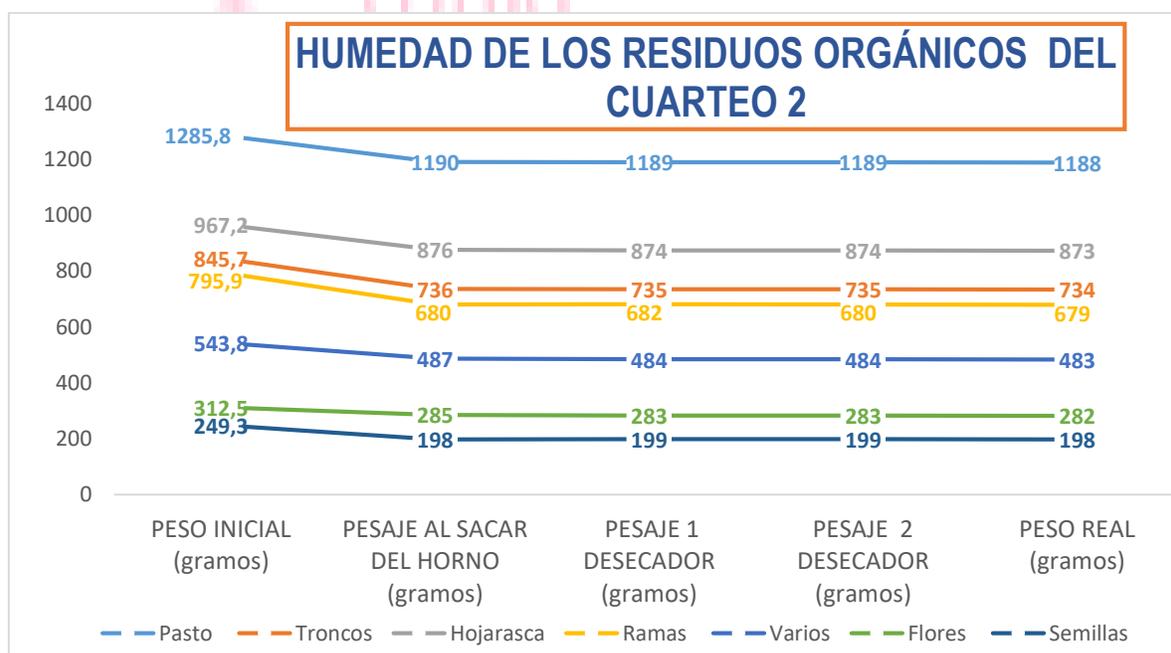
inclinación, y en los demás trayectos de la línea esta permanece constante sin generar mayor cambio, los remanentes perdían de 1 a 2 gramos o ganaban la misma cantidad por la absorción del papel Kraff.

6.1.8.2 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2

CUARTEO 2							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Pasto	1285,8	1190	1189	1189	1188	97,8
2	Troncos	845,7	736	735	735	734	111,7
3	Hojarasca	967,2	876	874	874	873	94,2
4	Ramas	795,9	680	682	680	679	116,9
5	Residuos Varios	543,8	487	484	484	483	60,8
6	Flores	312,5	285	283	283	282	30,5
7	Semillas	249,3	198	199	199	198	51,3
	PESO TOTAL	5000,2				4437	563,2

Tabla 34: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 2.

En el cuarteo 2, se manejó una muestra total de 5000,2 gramos de los cuales se perdieron por evaporación 563,2 gramos y al final del laboratorio se terminó con 4437 gramos, como se indica en la Tabla 34.



Gráfica 15: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.

En la Gráfica 15, se puede observar que todos los remanentes tuvieron una pérdida de peso considerable por la evaporación, ya que sus líneas de tendencia se inclinaron desde el peso inicial., pero desde el pesaje al sacar del horno se mantuvieron constantes donde los remanentes solo perdieron de 1 a 3 gramos,

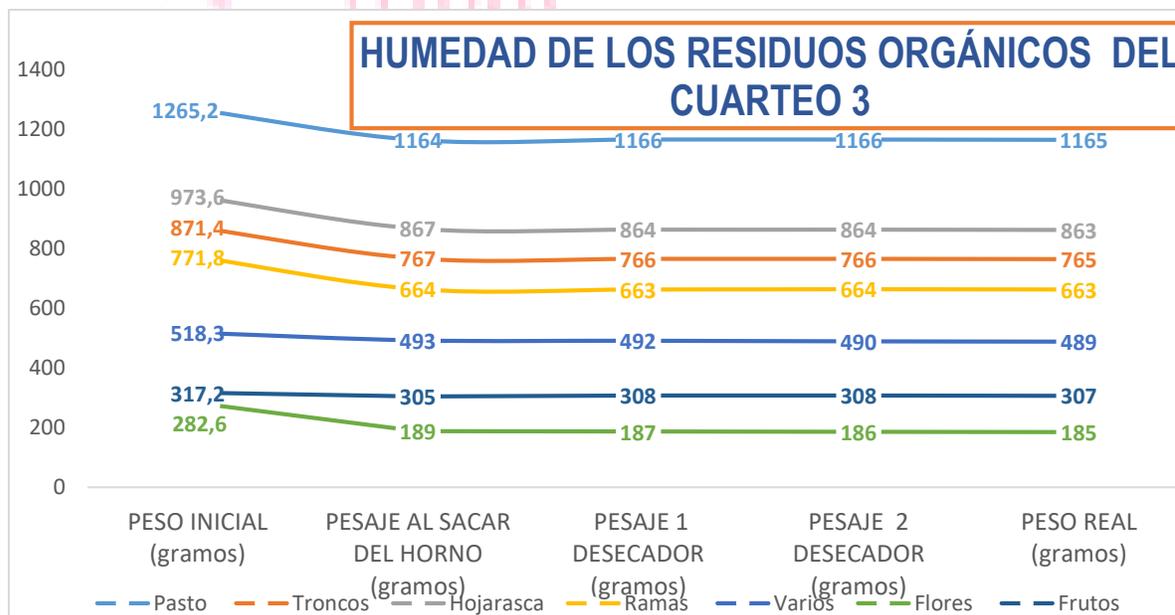
según con el mismo pesaje o ganaban 1 o 2 gramos a causa de que el papel Kraff de unos absorbía la evaporación o humedad de otros.

6.1.8.3 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3

CUARTEO 3							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Pasto	1265,2	1134	1132	1129	1128	137,2
2	Troncos	871,4	747	746	743	742	129,4
3	Hojarasca	973,6	867	864	864	863	110,6
4	Ramas	771,8	664	663	664	663	108,8
5	Residuos Varios	518,3	493	492	490	489	29,3
6	Flores	282,6	189	187	186	185	97,6
7	Frutos	317,2	305	308	308	307	10,2
	PESO TOTAL	5000,1				4377	623,1

Tabla 35: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 3.

En la Tabla 35, se muestra que para el cuarteo 3, se manejó una muestra total de 5000,1 gramos de los cuales se perdieron por evaporación 563,1 gramos y al final del laboratorio se terminó con 4437 gramos.



Gráfica 16: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 3.

Como se indica en la Gráfica 16, todos los remanentes tuvieron una notable pérdida de peso por la evaporación desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno, ya que la línea de tendencia en esta parte de la gráfica tuvo una inclinación, pero desde el pesaje al sacar del horno hasta el peso real se

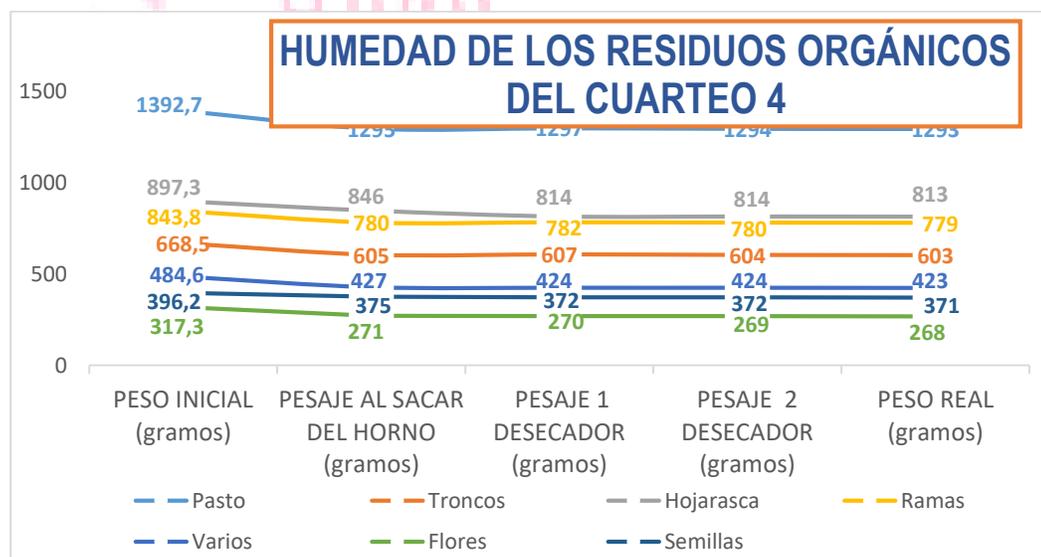
mantuvo constante ya que los remanentes solo perdían de 1 a 4 gramos e incluso hubo unos que ganaron debido a que el papel Kraff de unos absorbía la evaporación o humedad de otros.

6.1.8.4 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4

CUARTEO 4							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Pasto	1392,7	1295	1297	1294	1293	99,7
2	Troncos	668,5	605	607	604	603	65,5
3	Hojarasca	897,3	846	814	814	813	84,3
4	Ramas	843,8	780	782	780	779	64,8
5	Residuos Varios	484,6	427	424	424	423	61,6
6	Flores	317,3	271	270	269	268	49,3
7	Semillas	396,2	375	372	372	371	25,2
	PESO TOTAL	5000,4				4550	450,4

Tabla 36: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 4.

En la Tabla 36, se observa en el cuarteo 4, se manejó una muestra total de 5000,4 gramos, de los cuales se perdieron por evaporación 450,4 gramos y al final del laboratorio se terminó con 4550 gramos.



Gráfica 17: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 4.

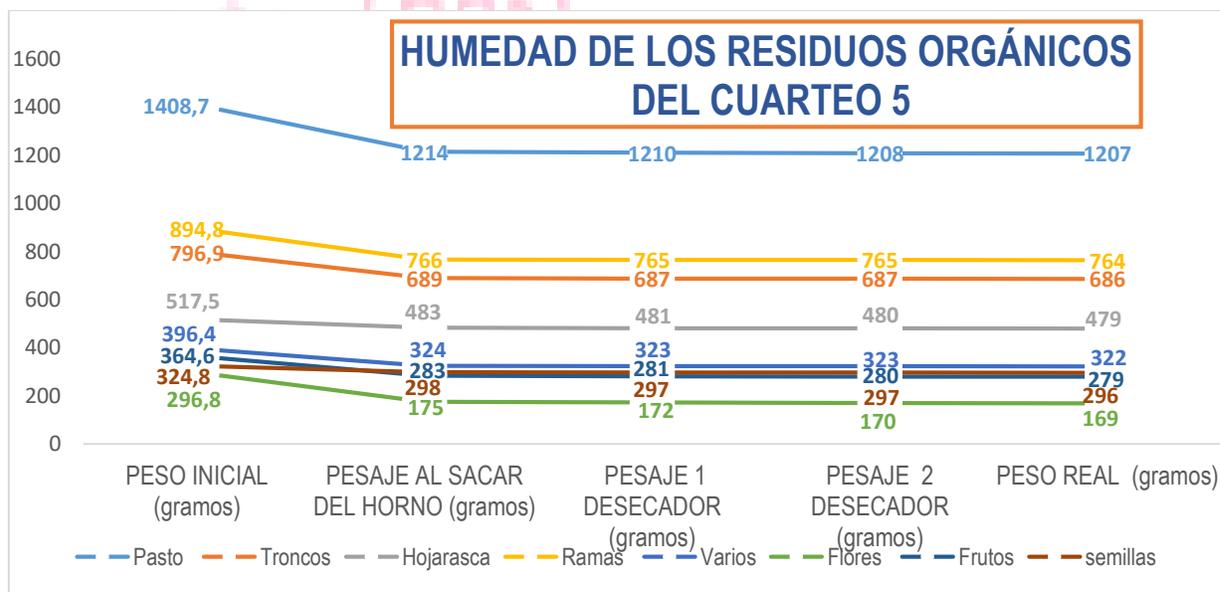
En la Gráfica 17, todos los remanentes tuvieron una pérdida de peso por la evaporación desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno, la línea de tendencia en esta parte tuvo una inclinación, ya que los remanentes solo perdían de 1 a 4 gramos e incluso hubo unos que ganaron debido a que el papel Kraff de unos absorbía la evaporación o humedad de otros.

6.1.8.5 VALORES DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5

CUARTEO 5							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Pasto	1408,7	1214	1210	1208	1207	201,7
2	Troncos	796,9	689	687	687	686	110,9
3	Hojarasca	517,5	483	481	480	479	38,5
4	Ramas	894,8	766	765	765	764	130,8
5	Residuos Varios	396,4	324	323	323	322	74,4
6	Flores	296,8	175	172	170	169	127,8
7	Frutos	364,6	283	281	280	279	85,6
8	semillas	324,8	298	297	297	296	28,8
	PESO TOTAL	5000,5				4202	798,5

Tabla 37: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos del cuarteo 5.

En el cuarteo 5, se trabajó con una muestra total de 5000,5 gramos de los cuales se perdieron por evaporación 798,5 gramos y al final del laboratorio se terminó con 4202 gramos. Ver Tabla 37.



Gráfica 18: Contenido de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.

Como se observa en la Gráfica 18, todos los remanentes tuvieron una notable pérdida de peso por la evaporación desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno donde la línea de tendencia tiene una inclinación, porque a partir del pesaje al sacar del horno hasta el peso final la línea se mantiene constante, porque los remanentes solo perdieron de 1 a 3 gramos.

6.1.9 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO

Se realiza el cálculo del porcentaje de humedad a los remanentes presentes en cada uno de los cuarteos realizados con el fin de establecer cuál de ellos contiene mayor cantidad de humedad.

Para determinar el porcentaje de humedad de los residuos orgánicos, se toman los valores obtenidos en el laboratorio realizado para la medición de este parámetro con la ayuda de un horno de secado y un desecador, y se realiza la aplicación de la ecuación del porcentaje de humedad. Ver Ecuación 4.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso real}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

Ecuación 4: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos..

- **Peso Inicial:** Valor del peso en gramos del remanente presente en el cuarteo realizado.
- **Peso real:** Valor neto o final del remanente, sin el peso del papel Kraff. Ver Ecuación 2.

En el Ejemplo 4, se da a conocer la aplicación de la Ecuación 4, con los datos del Pasto del cuarteo 1 para determinar el porcentaje de humedad del residuo. Ver Tabla 40.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{1032,8 - 985}{1032,8} * 100 = 4,6\%$$

Ejemplo 4: Aplicación de la ecuación del porcentaje de humedad.

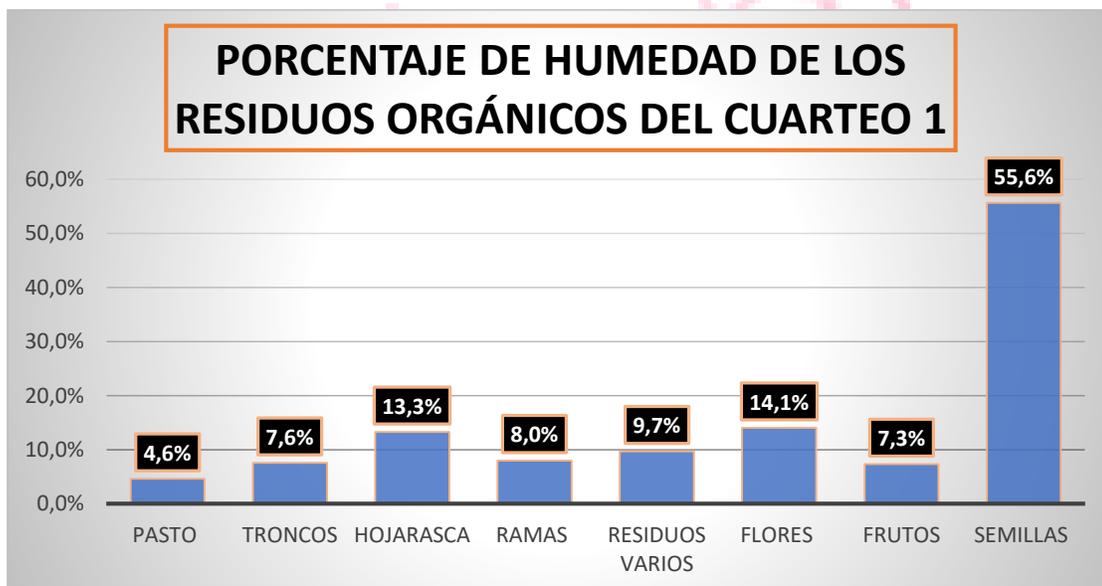
Varios remanentes tuvieron un porcentaje de humedad inferior al 10%, pero no significa que no sean aptos para incluirlos en el proceso de compostaje. Estos resultados se dieron por dos razones, la primera que las muestras con las que se trabajó en el laboratorio eran muy pequeñas y las segunda que al momento de desechar los remanentes estos aun contenían humedad la cual no fue medida ni tomada en cuenta.

6.1.9.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 1

CUARTEO 1				
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	Pasto	1032,8	985	4,6%
2	Troncos	783,4	724	7,6%
3	Hojarasca	794,6	689	13,3%
4	Ramas	714,3	657	8,0%
5	Residuos Varios	580,2	524	9,7%
6	Flores	452,6	389	14,1%
7	Frutos	409	379	7,3%
8	Semillas	234	103,8	55,6%
		5000,9	4450,8	

Tabla 38: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 1.

En la Tabla 38, se muestra los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad en el cuarteo 1.



Gráfica 19: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 1.

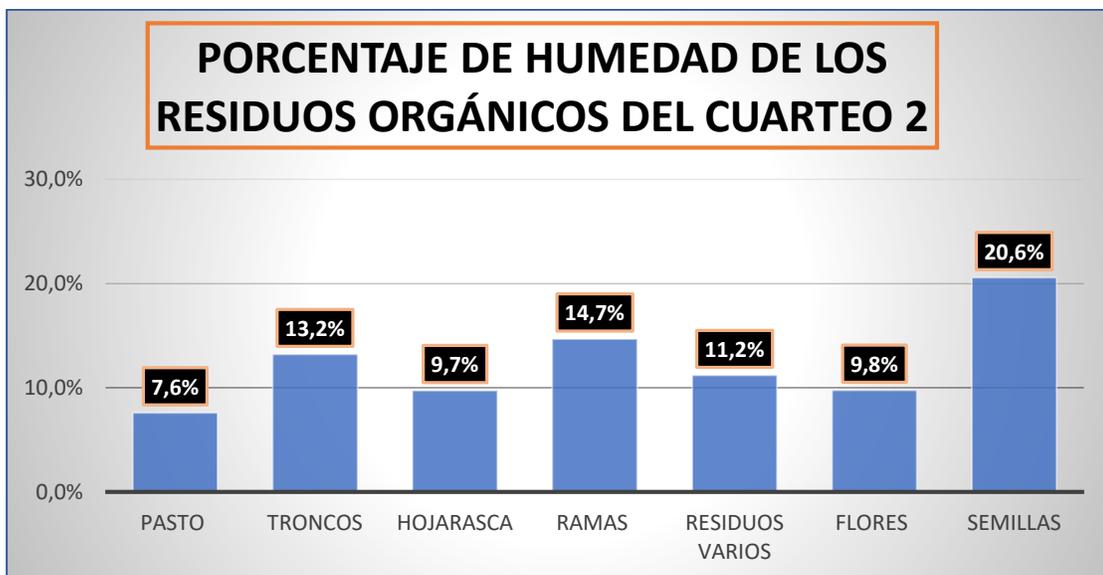
En el Gráfica 19, se observa los resultados del porcentaje de humedad de los remanentes del cuarteo 1, donde los más altos fueron la Hojarasca con 13,3%, las Flores con 14,1% y las Semillas con 55,6%, y los más bajos fueron el Pasto con 4,6%, los Troncos con 7,6%, las Ramas 8,0%, los Residuos Varios con 9,7%, y los Frutos con 7,3%.

6.1.9.2 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 2

CUARTEO 2				
Nº	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	Pasto	1285,8	1188	7,6%
2	Troncos	845,7	734	13,2%
3	Hojarasca	967,2	873	9,7%
4	Ramas	795,9	679	14,7%
5	Residuos Varios	543,8	483	11,2%
6	Flores	312,5	282	9,8%
7	Semillas	249,3	198	20,6%
		5000,2	4437	

Tabla 39: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 2.

En la Tabla 39, se da a conocer los resultados del laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad en el cuarteo 2.



Gráfica 20: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 2.

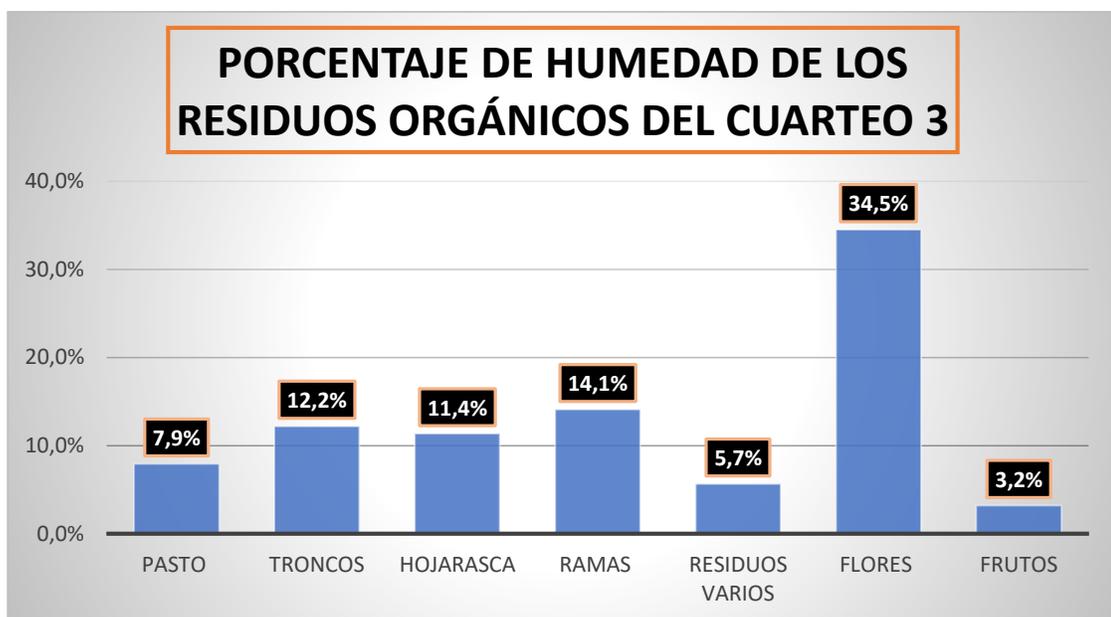
En el Gráfica 20, se observa los resultados del porcentaje de humedad de los remanentes del cuarteo 2, donde los más altos fueron los Troncos con 13,2%, las Ramas con 14,7%, los Residuos Varios con 11,2% y las Semillas con 20,6% y los más bajos fueron el Pasto con 7,6%, la Hojarasca con 9,7%, y las Flores con 9,8%.

6.1.9.3 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 3

CUARTEO 3				
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	Pasto	1265,2	1165	7,9%
2	Troncos	871,4	765	12,2%
3	Hojarasca	973,6	863	11,4%
4	Ramas	771,8	663	14,1%
5	Residuos Varios	518,3	489	5,7%
6	Flores	282,6	185	34,5%
7	Frutos	317,2	307	3,2%
		5000,1	4437	

Tabla 40: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 3.

En la Tabla 40, se observa los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad en el cuarteo 3.



Gráfica 21: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteeo 3.

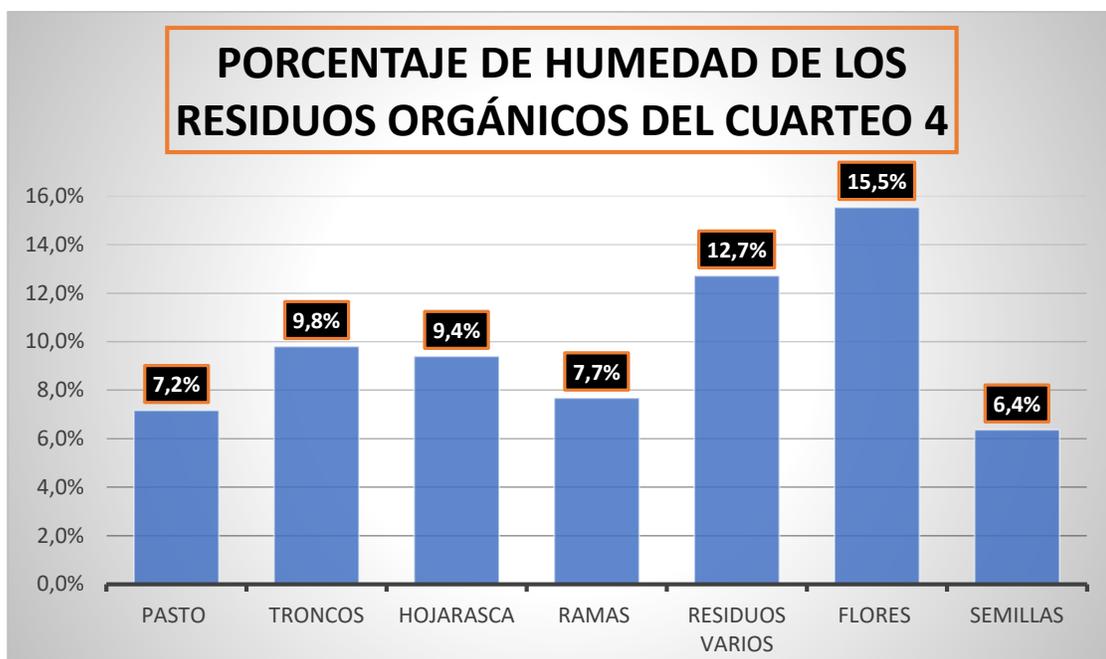
En el Gráfica 21, se observa los resultados del porcentaje de humedad de los remanentes del cuarteeo 3, donde los más altos fueron los Troncos con 12,2%, la Hojarasca con 11,4%, las Ramas con 14,1% y las Flores con 34,5% y los más bajos fueron el Pasto con 7,9%, los Residuos Varios con 5,7% y los Frutos con 3,2%.

6.1.9.4 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 4

CUARTEO 4				
Nº	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	Pasto	1392,7	1293	7,2%
2	Troncos	668,5	603	9,8%
3	Hojarasca	897,3	813	9,4%
4	Ramas	843,8	779	7,7%
5	Residuos Varios	484,6	423	12,7%
6	Flores	317,3	268	15,5%
7	Semillas	396,2	371	6,4%
		5000,4	4550	

Tabla 41: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteeo 4.

En la Tabla 41, se observa los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad en el cuarteeo 4.



Gráfica 22: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 4.

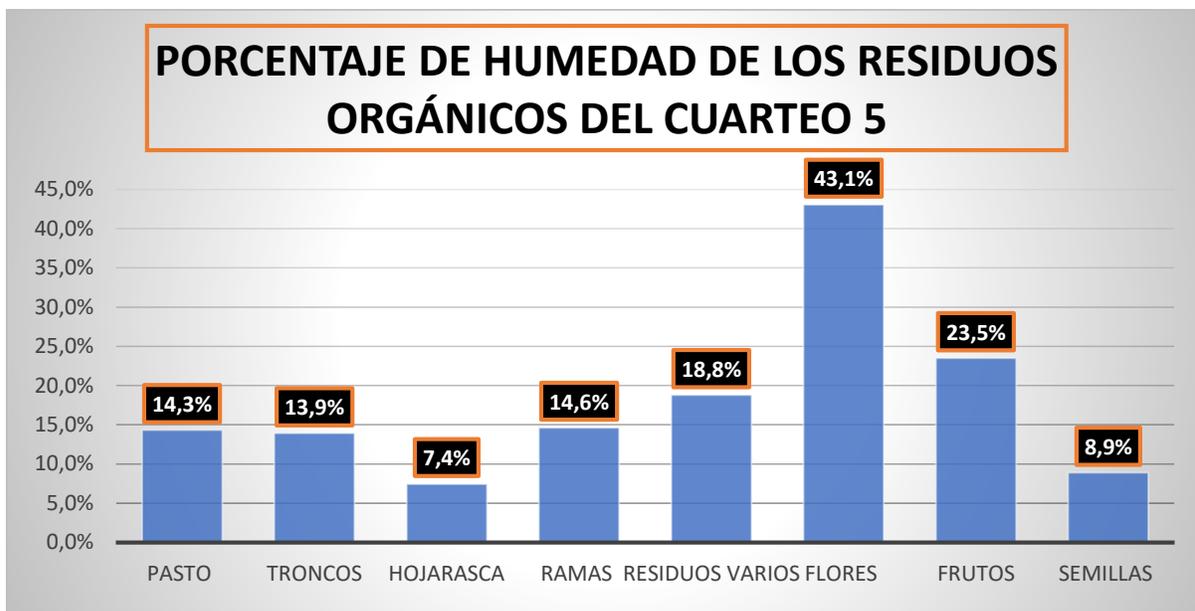
Como se observa en la Gráfica 22, los resultados del porcentaje de humedad de los remanentes del cuarteo 4, donde los más altos fueron los Residuos Varios con 12,7% y las Flores con 15,5% y las de bajas fueron el Pasto con 7,2%, los Troncos con 9,8%, la Hojarasca con 9,4%, las Ramas con 7,7% y las Semillas con 6,4%.

6.1.9.5 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL CUARTEO 5

CUARTEO 5				
N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	Pasto	1408,7	1207	14,3%
2	Troncos	796,9	686	13,9%
3	Hojarasca	517,5	479	7,4%
4	Ramas	894,8	764	14,6%
5	Residuos Varios	396,4	322	18,8%
6	Flores	296,8	169	43,1%
7	Frutos	364,6	279	23,5%
8	semillas	324,8	296	8,9%
		5000,5	4202	

Tabla 42: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos en las muestras del cuarteo 5.

En la Tabla 42, se observa los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad en el cuarteo 5.



Gráfica 23: Porcentaje de humedad de los residuos orgánicos en el cuarteo 5.

En el Gráfica 23, se observa los resultados del porcentaje de humedad de los remanentes del cuarteo 1, donde los más altos fueron la Hojarasca con 13,3%, las Flores con 14,1% y las Semillas con 55,6%.

6.1.10 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LAS ZONAS VERDES

Se realiza el cálculo de la relación carbono/nitrógeno con el fin de conocer si los remanentes se descomponen de forma rápida o lenta, y así determinar la calidad del producto final.

Se toman los valores obtenidos en los cuarteos realizados y se promedian para obtener un dato del peso general de los residuos orgánicos encontrados en campo, como se evidencia en la Tabla 43.

RESIDUOS ORGÁNICOS	CUARTEO 1	CUARTEO 2	CUARTEO 3	CUARTEO 4	CUARTEO 5	PROMEDIO DE PESO EN GRAMOS
PASTO	1032,8	1285,8	1265,2	1392,7	1408,7	1277,0
TRONCOS	783,4	845,7	871,4	668,5	796,9	793,2
HOJARASCA	794,6	967,2	973,6	897,3	517,5	830,0
RAMAS	714,3	795,9	771,8	843,8	894,8	804,1
RESIDUOS VARIOS	580,2	543,8	518,3	484,6	396,4	504,7
FLORES	452,6	312,5	282,6	317,3	296,8	332,4
FRUTOS	409	X	317,2	X	364,6	363,6
SEMILLAS	234	249,3	X	396,2	324,8	301,1
PESO TOTAL	5000,9	5000,2	5000,1	5000,4	5000,5	5206,1

Tabla 43: Valores de los pesos obtenidos durante los 5 cuarteos realizados en el parque arqueológico de Facatativá y su peso promedio en gramos.

Después de obtener el peso promedio se procede a realizar la correspondiente conversión de unidades.

$$\text{gramos} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ gramos}} = \text{Kg}$$

Ecuación 5: Conversión de unidades de gramos a kilogramos.

En el Ejemplo 5, se muestra la aplicación de la Ecuación 5 con los datos de la muestra de Pasto y el promedio de peso en gramos recolectados obtenido con los valores de los cinco cuarteos. Los datos de este promedio se encuentran en la Tabla 45.

$$1277,0 \text{ gramos} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ gramos}} = 1,277 \text{ Kg}$$

Ejemplo 5: Aplicación de la fórmula de conversión de unidades de gramos a kilogramos con datos del Pasto.

En la Tabla 44 se relacionan los resultados de la conversión de unidades de los pesos de los remanentes obtenidos en los cinco cuarteos de gramos a kilogramos utilizando la Ecuación 5.

RESIDUOS ORGANICOS	PESO EN GRAMOS	PESO EN KILOGRAMOS
PASTO	1277,0	1,277
TRONCOS	793,2	0,793
HOJARASCA	830,0	0,830
RAMAS	804,1	0,804
RESIDUOS VARIOS	504,7	0,505
FLORES	332,4	0,332
FRUTOS	363,6	0,364
SEMILLAS	301,1	0,301
PESO TOTAL	5206,1	5,206

Tabla 44: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los remanentes de los cuarteos.

Después se procede a determinar el porcentaje correspondiente para cada uno de los residuos orgánicos presentes en los cuarteos, por medio de una regla de tres simple, donde se relacionan los kilogramos obtenidos de cada remanente y la sumatoria de estos que da como resultado 5,206 kilogramos de residuos orgánicos que se tomaran como el 100 % del peso presente en las pilas. Ver Ecuación 6.

$$\frac{\text{peso del componente (kg)}}{\text{sumatoria del peso de los residuos organicos de la mezcla (kg)}} * 100\% \text{ porcentaje del residuo}$$

Ecuación 6: Cálculo para determinar el porcentaje de cada residuo orgánico presente en la mezcla de compost.

Por medio del Ejemplo 6, se puede observar la aplicación de la Ecuación 6 con los datos del remanente Pasto con el fin de hallar el porcentaje de presencia del residuo.

$$\frac{1,277}{5,206} * 100\% = 24,53\%$$

Ejemplo 6: Porcentaje de la presencia del residuo orgánico en la pila de compost.

Los valores de los porcentajes de presencia de cada uno de los remanentes presentes en la pila de compost se pueden observar en la Tabla 45.

RESIDUOS ORGANICOS	PESO EN KILOGRAMOS DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	PORCENTAJE DE PRESENCIA POR RESIDUO (%) EN LA PILA DE COMPOST
PASTO	1,277	24,53%
TRONCOS	0,793	15,23%
HOJARASCA	0,830	15,94%
RAMAS	0,804	15,44%
RESIDUOS VARIOS	0,505	9,70%
FLORES	0,332	6,38%
FRUTOS	0,364	6,99%
SEMILLAS	0,301	5,78%
PESO TOTAL	5,206	

Tabla 45: Valores de los porcentajes de presencia de los residuos orgánicos en la pila de compost.

Después de obtener el porcentaje de los residuos, se dividen estos valores en 100 con el propósito de determinar la cantidad del componente presente en las pilas al 100% del peso que contendrá cada una, como se indica en la Ecuación 7.

$$\frac{\text{Porcentaje del componente}}{100} = \text{cantidad del componente}$$

Ecuación 7: Cálculo para determinar la cantidad del componente que se encontrara en la pila de compost.

Con los datos del remanente Pasto se utilizó la Ecuación 7, con el fin de encontrar la cantidad del residuo que hace parte de la pila del compostaje. Ver Ejemplo 7. Ver Tabla 48.

$$\frac{24,53\%}{100} = 0,2453$$

Ejemplo 7: Aplicación de la fórmula de la determinación de la cantidad del componente.

En la Tabla 46, se observa cada uno de los valores de la cantidad de componente de los residuos orgánicos presentes en la pila de compost.

RESIDUOS ORGANICOS	PORCENTAJE DE PRESENCIA POR RESIDUO (%) EN LA PILA DE COMPOST	CANTIDAD DE COMPONENTE DEL RESIDUO
PASTO	24,53	0,2453
TRONCOS	15,23	0,1523
HOJARASCA	15,94	0,1594
RAMAS	15,44	0,1544
RESIDUOS VARIOS	9,70	0,0970
FLORES	6,38	0,0638
FRUTOS	6,99	0,0699
SEMILLAS	5,78	0,0578

Tabla 46: Valores de la cantidad de componente de los residuos orgánicos presentes en la pila de compost.

Por ultimo para determinar la relación carbono nitrógeno de cada residuo se multiplica el valor de la cantidad del componente por el valor de la relación Carbono-Nitrógeno de cada remanente establecido en la literatura, (OrganicSA, 2014) y (Relación Carbono Nitrógeno en compostas, 2018) ,como se indica en la Ecuación 8.

$$\text{Cantidad del componente} * \text{Relación carbono-nitrógeno} = \text{Relación Carbono-nitrógeno de la pila}$$

Ecuación 8: Fórmula para determinar la relación nitrógeno carbono de cada residuo orgánico presente en la pila de compost.

En el Ejemplo 8, se aplica la Ecuación 8 con los datos del Pasto para obtener el valor de la relación Carbono/Nitrógeno.

$$0,2453 * 17 = 4,17 \approx 4$$

Ejemplo 8: Aplicación de la ecuación determinación de la relación carbono nitrógeno de cada componente.

Después de solucionar la Ecuación 8, se obtiene que la relación carbono/ nitrógeno del pasto es de 4,17, la cual se aproxima a 4, es decir 4 carbono por 1 de nitrógeno.

Los valores correspondientes de cada residuo presente en la pila de compost, se encuentran señalados en la Tabla 47.

RESIDUOS ORGANICOS	CANTIDAD DE COMPONENTE	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO (Literatura)	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS (APROXIMADO)
PASTOS	0,2453	17	4,17	4
TRONCO	0,1523	200	30,46	30
HOJARASCA	0,1594	54	8,61	9
RAMAS	0,1544	200	30,88	31
RESIDUOS VARIOS	0,0970	35	3,30	3
FLORES	0,0638	20	1,28	1
FRUTOS	0,0699	80	5,59	6
SEMILLAS	0,0578	20	1,16	1
SUMATORIA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO			85,54	86

Tabla 47: Valores de la relación carbono-nitrógeno que se suscita en las pilas de compostaje.

Luego de determinar los valores de la relación carbono-nitrógeno de cada residuo se realiza la sumatoria correspondiente y se obtiene una relación de 86/1, indicándonos que la composta tiene una relación C/N alta, generando un proceso de compostaje lento, debido al déficit de nitrógeno presente en el compost y posteriormente la muerte de los microorganismos que se desarrollan durante el proceso. Considerando lo anterior se considera pertinente adicionar al proceso de compostaje como componente adicional, gallinaza, restos de frutas y vegetales, posos o cunchos de café y/o estiércol, con el fin de nutrir lo suficiente a los residuos orgánicos presente en las pilas, preservar la vida de los microorganismos para mantener el adecuado desarrollo del compost. (Román P., 2013).

6.1.11 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE CUARTEO

La densidad se define como la cantidad de residuos que se encuentra en una unidad de volumen, se utiliza principalmente para determinar el volumen ocupado por una masa de remanentes. Sus unidades en el SI son (kg/m³). (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2012).

Su fórmula esta expresada de la siguiente forma. Ver Ecuación 9.

$$\rho_r = \frac{\rho_2 - \rho_1}{V} \quad \longrightarrow \quad \rho_r = \frac{Kg}{m^3}$$

Ecuación 9: Densidad de los residuos orgánicos.

ρ₁: Peso del balde vacío en kilogramos

ρ₂: Peso del balde lleno con los residuos orgánicos

V: Volumen del balde



Gráfica 24: Paso a paso de la determinación de la densidad a los residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

En la Gráfica 24, se da a conocer el paso a paso del procedimiento que se lleva a cabo en el laboratorio para determinar el valor de la densidad de los residuos orgánicos. Esta técnica se repitió 5 veces, con la cual se obtuvo los resultados plasmados en la Tabla 50.

La medida de la densidad se realizó en las siguientes fechas:

- **Medida 1:** Fecha de realización de la medida: martes 03 de septiembre de 2019. Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio –Universidad de Cundinamarca-Extensión de Facatativá.
- **Medida 2:** Fecha de realización de la medida: martes 17 de septiembre 2019. Temperatura de 18°C. Lugar: Laboratorio –Universidad de Cundinamarca-Extensión de Facatativá.
- **Medida 3:** Fecha de realización de la medida: martes 01 de octubre de 2019. Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio –Universidad de Cundinamarca-Extensión de Facatativá.
- **Medida 4:** Fecha de realización de la medida: martes 08 de octubre de 2019. Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio –Universidad de Cundinamarca-Extensión de Facatativá.
- **Medida 5:** Fecha de realización de la medida: martes 22 de octubre de 2019. Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio –Universidad de Cundinamarca-Extensión de Facatativá.

Para aplicar la fórmula de la Densidad se debe hacer conversión de unidades de Litros a m³ para obtener el volumen conocido del recipiente que en este caso es un balde, como se observa en la Tabla 48.

Volumen conocido del Balde	Litros	m ³
	10	0,01

Tabla 48: Conversión de unidades de litros a m³ para determinar el valor del volumen del balde.

De igual forma se realizó la conversión de unidades de gramos a kilogramos para tener el peso del recipiente(balde) vacío, como se observa en la Tabla 49.

Peso del Balde vacío	Gramos	Kilogramos
	497	0,497

Tabla 49: Conversión de unidades de gramos a kilogramos para determinar el peso del balde vacío.

Para determinar la densidad de los remanentes, se emplea la Ecuación 9, con los datos del balde con residuos primer pesaje, como se observa en el Ejemplo 5. Ver Tabla 50.

$$\rho_r = \frac{\rho_2 - \rho_1}{V} \quad \longrightarrow \quad \rho_r = \frac{2,383 - 0,497}{0,01} = 188,6$$

Ejemplo 9: Aplicación de la ecuación de la densidad de los residuos orgánicos.

La densidad del material, a compostar, la aireación de las pilas y/o la retención de humedad, están muy relacionados con el tamaño de la partícula, donde la densidad se encuentra entre el rango de 150 -250 kg/m³, a medida que avanza el proceso de compostaje, el tamaño de los remanentes disminuye y, por tanto, la densidad aumenta llegando a los valores de 600-700 kg/m³. (Alberto Pantoja, María M. Martínez, 2013).

Muestra	Gramos	Kilogramos	Densidad de los residuos (kg/m ³)
Balde con residuos primer pesaje	2383	2,383	188,6
Balde con residuos segundo pesaje	2374	2,374	187,7
Balde con residuos tercer pesaje	2396	2,396	189,9
Balde con residuos cuarto pesaje	2376	2,376	187,9
Balde con residuos quinto pesaje	2388	2,388	189,1

Tabla 50: Valores de la densidad de los residuos orgánicos.

En la Tabla 50, se da a conocer los valores de la densidad de los residuos orgánicos en los cinco pesajes, los cuales están dentro del rango de 187,7 a 189,9 kg/m³, cumpliendo con el establecido en la literatura.

6.1.12 RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

En el Parque Arqueológico de Facatativá se presenta la generación de residuos orgánicos (Cascaras de mango, naranja y limón). generados por la venta de alimentos (Jugos naturales y fruta picada) a la entrada de esta institución, los cuales son dejados por los vendedores junto a los contenedores de basura que están dentro del parque. Ver Imagen 3. Estos remanentes son recogidos por la Empresa de servicios públicos y complementarios “**ServiGenerales S.A. E.S.P**” y llevados al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, (SERVIGENERALES S.A. E.S.P., 2000) sin ningún tipo de aprovechamiento.

6.1.12.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

La determinación de este parámetro se hace con la finalidad de conocer si los remanentes que se generan a la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá tienen un buen contenido de humedad para adicionarlos a los residuos orgánicos de las zonas verdes en el proceso de compostaje.

La medición de Humedad se realiza en el laboratorio con ayuda de un horno de secado y un desecador, de la misma forma en la que se realizó con los residuos orgánicos provenientes de las zonas verdes, donde el objetivo de esta prueba es ver la capacidad de degradación de los residuos orgánicos y si hay una disminución de las dimensiones de estos desde el pesaje inicial hasta el peso real. Por ende, si esta condición se cumple los remanentes si son aptos para incluirlos en el proceso de compostaje.

Esta prueba de laboratorio se realizó por tres razones:

1. Solicitud por parte de los funcionarios del Parque Arqueológico de Facatativá, con el fin de darle a estos remanentes una buena disposición final y aprovechamiento por medio del proceso de compostaje junto con los remanentes de las zonas verdes.
2. Proporcionar al proceso de compostaje azúcares, humedad y nutrientes por parte de estos remanentes (Cascaras de mango, naranja y limón).
3. Reducir la carga de residuos al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo y ampliar su vida útil.

La medición de la humedad se realizó en la siguiente fecha:

Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 28 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Temperatura del horno: 104°C.-por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 29 de octubre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Para llevar a cabo este proceso se realiza el mismo procedimiento en el laboratorio como el que se efectuó con los remanentes de las zonas verdes, como se da a conocer en la Gráfica 25.



Gráfica 25: Paso a paso de la determinación de la humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del parque arqueológico de Facatativá. (PAF).

Al finalizar la prueba de laboratorio se observó que estos residuos perdieron una cantidad de peso y que al momento de desecharlos todavía tenían una cantidad considerable de humedad, los cuales los hacen aptos para la producción de compostaje.

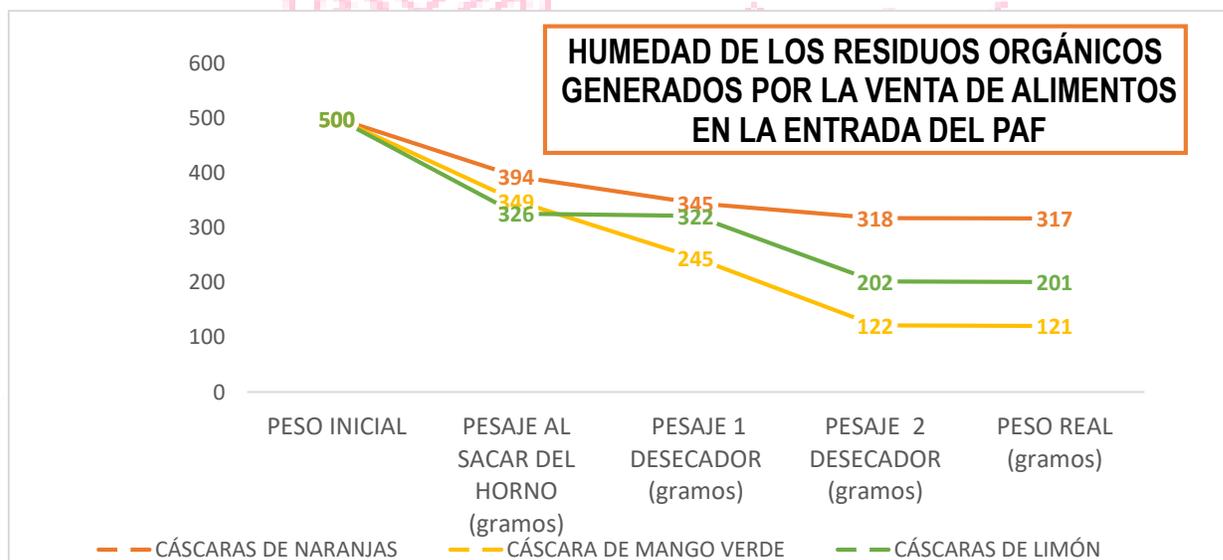
De igual forma se emplearon la Ecuación 2 para determinar el Peso real y la Ecuación 3 para hallar el peso perdido de cada uno de estos remanentes (Cáscaras de mango, naranja y limón) como se aplicaron a los remanentes provenientes de las zonas verdes.

RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	CÁSCARAS DE NARANJAS	500	394	345	318	317	183
2	CÁSCARAS DE MANGO VERDE	500	349	245	122	121	379
3	CÁSCARAS DE LIMÓN	500	326	322	202	201	299
	PESO TOTAL	1500				639	861

Tabla 51: Valores del contenido de humedad de los residuos orgánicos de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

La prueba de laboratorio para determinar el contenido de humedad de los residuos orgánicos derivados de la venta de alimentos a la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá se realizó con una muestra inicial de 1500 gramos los cuales están repartidos equitativamente entre las cáscaras de mango, naranja y limón, donde cada una de estas tuvo un peso inicial de 500 gramos.

Las cáscaras que tuvieron la mayor pérdida de peso fueron las del mango verde con un valor de 379 gramos y un peso real de 121 gramos, en segundo lugar, se encuentran las cáscaras de limón con una pérdida de peso de 299 gramos y un peso real de 201 gramos y en tercer lugar están las cáscaras de naranja con una pérdida de peso de 183 gramos y un peso real de 317 gramos. Ver la Tabla 51.



Gráfica 26: Contenido de humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.

En la Grafica 26, se observa que los remanentes tuvieron una mayor pérdida de peso por la evaporación, desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno ya que la línea de tendencia tiene una inclinación, en el pesaje 1 desecador las cáscaras de naranja y mango siguieron disminuyendo su peso a diferencia de las cáscaras de limón donde su disminución fue muy mínima. En el pesaje 2 desecador las 3 muestras de los remanentes siguieron perdiendo peso y se mantuvieron constantes hasta el final de la prueba ya que solo perdieron de 1 a 2 gramos.

6.1.12.2 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

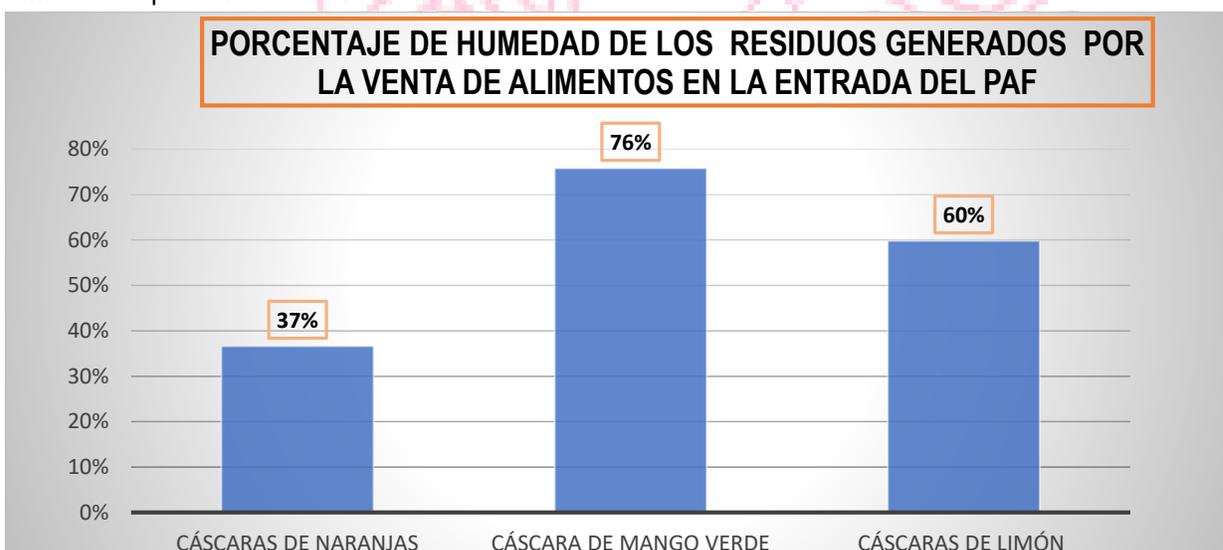
Se realiza el cálculo del porcentaje de humedad a los remanentes generados por la venta de alimentos a la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá con el fin de establecer cuál de ellos contiene mayor cantidad de humedad.

Para establecer el porcentaje de humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF, se realiza el mismo procedimiento que los remanentes de las zonas verdes y se aplica la Ecuación del porcentaje de humedad. Ver Ecuación 4.

N°	MUESTRA	PESO INICIAL (gramos)	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	CÁSCARAS DE NARANJAS	500	317	37%
2	CÁSCARA DE MANGO VERDE	500	121	76%
3	CÁSCARAS DE LIMÓN	500	201	60%

Tabla 52: Valores de los porcentajes de humedad de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF)..

En la Tabla 52, se muestra los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad de los remanentes provenientes de la venta de alimentos.



Gráfica 27: Porcentaje de humedad de los otros residuos orgánicos generados en el PAF.

Como se observa en la Gráfica 27, las cáscaras de mango tuvieron los resultados más altos del porcentaje de humedad con un 76%, seguidas de las cáscaras de limón con un 60% y por ultimo las cáscaras de naranja con un 37%. Con estos datos se evidencia que estos remanentes son aptos para usarlos en el proceso de compostaje junto con los generados de las zonas verdes, por su alta cantidad de humedad.

6.1.12.3 DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

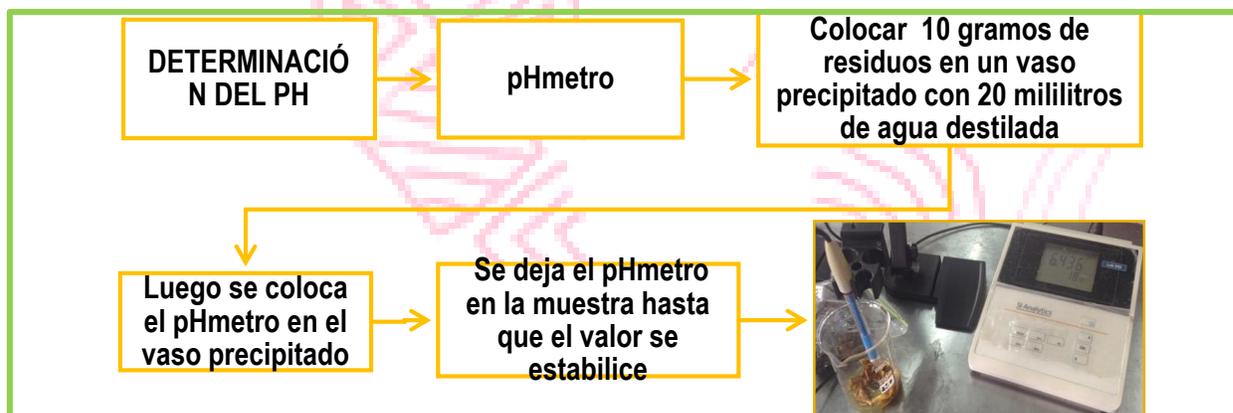
La medición de este parámetro se hace con el fin de conocer el valor del pH de cada uno de los remanentes que se generan por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá, al obtener estos datos se determina si los valores están dentro del rango adecuado, y si llegaran a estar muy ácidos se estabilizan con adición de cal y/o Adición de material rico en nitrógeno como remanentes de las zonas verdes hasta incrementar y estabilizar el pH. Este tipo de remanentes suelen aportar valores bajos de pH al ser ricos en ácidos orgánicos, las cuales se deben mezclar, con otros materiales orgánicos de pH (Sierra T, 2018), como restos de jardín para estabilizar o equilibrar el pH durante el proceso de compostaje.

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 29 de octubre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro digital.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Para determinar el valor de pH de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá, se llevaron muestras de cascara de naranja, limón y mango verde al laboratorio de la Universidad de Cundinamarca, donde se hizo uso del pHmetro digital siguiendo el paso a paso del procedimiento como se observa en la Gráfica 28 y los resultados de la prueba se encuentran consignados en la Tabla 53.



Gráfica 28: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras recolectadas de los residuos orgánicos generados en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá.

Como se visualiza en la Tabla 53, el remanente que tuvo el pH más ácido fueron las cáscaras de limón con un valor de 3,946, seguidas de las cáscaras de mango verde con un valor de 4,076 y por ultimo las cáscaras de naranja con un valor de 4,279.

PH DE LOS OTROS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

N°	MUESTRA	Medición de pH con el pHmetro Digital
1	Cáscaras de Naranja	4,279
2	Cáscaras de Limón	3,946
3	Cáscaras de Mango Verde	4,076
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos		4,10

Tabla 53: Valores de pH tomados en laboratorio por medio del pHmetro para los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

En la Tabla 54, se muestra imágenes de la toma de los valores de pH a los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos a la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá.

PH DE LOS OTROS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF) POR LA VENTA DE ALIMENTOS

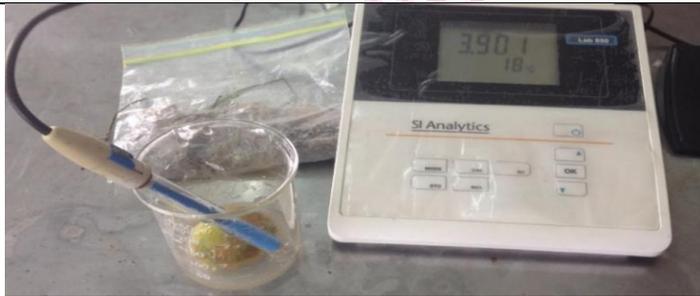
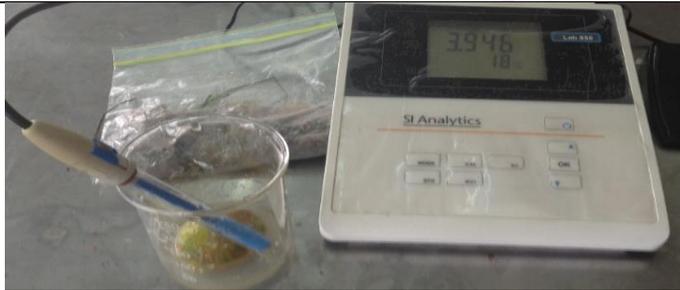
CÁSCARAS DE MANGO VERDE	
	El valor del pH para las muestras de las cáscaras de Mango Verde es de 4.219.
CÁSCARAS DE LIMÓN	
	El valor del pH para las muestras de las cáscaras de Limón es de 3.901.
CÁSCARAS DE NARANJA	
	El valor del pH para las muestras de las cáscaras de Naranja es de 3.946.

Tabla 54: Imágenes de los valores de pH tomados a los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá (PAF),

6.1.12.4 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA VENTA DE ALIMENTOS EN LA ENTRADA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

Se realiza el cálculo de la relación carbono/nitrógeno con el fin de conocer si los remanentes se descomponen de forma rápida o lenta dentro del proceso del compostaje, y así determinar la calidad del producto final.

Para determinar el valor de este parámetro se inicia calculando el promedio del peso inicial de cada una de las muestras de los residuos orgánicos provenientes de la venta de alimentos en la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá. Ver Tabla 55.

RESIDUOS ORGANICOS	MUESTRA	PESO PROMEDIO EN GRAMOS
CÁSCARAS DE NARANJA	500	500
CÁSCARAS DE LIMÓN	500	500
CÁSCARAS DE MANGO	500	500

Tabla 55: Valores de los pesos obtenidos de los remanentes generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF y su peso promedio en gramos.

Después de obtener el peso promedio en gramos se procede a realizar la correspondiente conversión de unidades de gramos a kilogramos aplicando la Ecuación 5, tal como se realizó con los residuos orgánicos generados de las zonas verdes. Los resultados de esta conversión se muestran en la Tabla 56.

RESIDUOS ORGANICOS	PESO EN GRAMOS	PESO EN KILOGRAMOS
CÁSCARAS DE NARANJA	500	0,5
CÁSCARAS DE LIMÓN	500	0,5
CÁSCARAS DE MANGO	500	0,5

Tabla 56: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los remanentes generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.

Después se realiza el cálculo para hallar el porcentaje de presencia correspondiente para cada uno de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF, como se efectuó con los remanentes presentes en los cuarteos por medio de una regla de tres simple, donde se divide los kilogramos de las muestras sobre la sumatoria de estos, que para este caso da como resultado 0,5 kilogramos para cada uno de los remanentes (cascaras de naranja, limón y mango verde), que se tomaran como el 100 % del peso presente en las pilas. Para determinar este cálculo se utilizó la Ecuación 6.

Los valores de los porcentajes de presencia de cada uno de los remanentes generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF, se muestran en la Tabla 57.

RESIDUOS ORGANICOS	PESO EN KILOGRAMOS	PORCENTAJE DE PRESENCIA POR RESIDUO (%) EN LA PILA DE COMPOST
CÁSCARAS DE NARANJA	0,5	0,1%
CÁSCARAS DE LIMÓN	0,5	0,1%
CÁSCARAS DE MANGO	0,5	0,1%

Tabla 57: Valores de los porcentajes de presencia de los remanentes generados por la venta de alimentos en la pila de compost.

Luego de obtener el porcentaje de presencia de los residuos, se dividen estos valores en 100 con el objetivo de determinar la cantidad del componente presente en las pilas al 100% del peso que contendrá cada una, para hallar este valor se aplica la Ecuación 7.

En la Tabla 58, se indica los valores de cantidad de componente de los residuos en la pila de compost.

RESIDUOS ORGANICOS	PORCENTAJE DE PRESENCIA POR RESIDUO (%) EN LA PILA DE COMPOST	CANTIDAD DE COMPONENTE DEL RESIDUO
CÁSCARAS DE NARANJA	0,1	0,001
CÁSCARAS DE LIMÓN	0,1	0,001
CÁSCARAS DE MANGO	0,1	0,001

Tabla 58: Valores de la cantidad de componente de los residuos orgánicos generados por la venta de alimentos en la pila de compost.

Para concluir se determina la relación carbono nitrógeno de cada muestra, donde se multiplica el valor de la cantidad del componente por el valor de la relación Carbono-Nitrógeno de cada remanente establecido en la literatura (OrganicSA, 2014) y (Relación Carbono Nitrógeno en compostas, 2018), aplicando la Ecuación 8.

En la Tabla 59, se da a conocer los valores correspondientes de la relación carbono/ nitrógeno de cada uno de los residuos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.

RESIDUOS ORGANICOS	CANTIDAD DE COMPONENTE	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO (Literatura)	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS
CÁSCARAS DE NARANJA	0,001	40	0,04
CÁSCARAS DE LIMÓN	0,001	40	0,04
CÁSCARAS DE MANGO	0,001	40	0,04

Tabla 59: Valores de la relación carbono-nitrógeno de los residuos provenientes de la venta de alimentos.

Luego de establecer los valores de la relación carbono/nitrógeno de las muestras de los residuos de frutas, se obtiene una relación de 0,04/1 para cada uno de estos remanentes, lo que indica que hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, por lo cual el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado, por esto es aconsejable adicionar material con mayor contenido en carbono como restos de poda, hojas secas, aserrín. (Román P Martínez M & Pantoja A, 2013), como los que se generan en el Parque Arqueológico de Facatativá por las actividades de poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes.

6.2 EVALUAR LA PRODUCCIÓN DE ABONO NATURAL A PARTIR DE LA MATERIA ORGÁNICA

El proceso de compostaje incluye diferentes etapas que deben cumplirse de manera correcta para obtener un compost de calidad, debe realizarse bajo adecuadas condiciones de humedad, pH y temperatura junto con la acción de microorganismos, para que la transformación de los residuos orgánicos proporcione como resultado un abono orgánico, el cual es un material homogéneo y asimilable por las plantas, por ende, es utilizado en actividades como la jardinería y la agricultura.

Para dar a conocer si a partir de los residuos orgánicos producidos por mantenimiento, poda y corte de las zonas verdes en el Parque Arqueológico de Facatativá, se puede producir un abono natural para ser utilizado en actividades de reforestación y siembra de árboles dentro y fuera de este, al igual que en jardines, huertas caseras y/o cultivos, se tomaron muestras para llevarlas al laboratorio de la Universidad de Cundinamarca donde se determinó los valores de los parámetros de pH y humedad, y con el uso de fórmulas y cálculos se determina el porcentaje de humedad y el valor de carbono/nitrógeno

Igualmente se tomaron muestras de los compostajes que van 1 a 6 meses de elaboración de forma artesanal por los funcionarios y personal de mantenimiento del PAF, Ver Tabla 60, con el fin de sembrar en ellos semillas de plantas comestibles Perejil Liso (*Petroselinum hortense*) y de jardín aliso marítimo (*Lobularia marítima*), y observar el crecimiento y desarrollo de ellas. Ver Imagen 24.

Este abono orgánico es usado actualmente para las actividades de revegetalización y restauración del Parque, Ver Imagen 17. A su vez ha sido calificado con buen concepto por parte de la Corporación Autónoma Regional (CAR).



Imagen 17: Compostajes presentes en el PAF, con los que se realizan actividades forestales dentro de este.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	
COMPOSTAJE MES 1	COMPOSTAJE MES 2
	
COMPOSTAJE MES 3	COMPOSTAJE MES 4
	
COMPOSTAJE MES 5	COMPOSTAJE MES 6
	

Tabla 60: Compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, PAF.

6.2.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS DE CADA UNO DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

La determinación de este parámetro se hace con la finalidad de conocer si los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá tienen un buen contenido de humedad durante su proceso de realización, al igual si requieren o no adición de humedad por medio de riegos.

La medición de Humedad se realizó en el laboratorio con ayuda de un horno de secado y un desecador de la misma forma como los residuos orgánicos provenientes de las zonas verdes y la venta de alimentos a la entrada del Parque Arqueológico de Facatativá, como se explica en la Gráfica 29.



Gráfica 29: Paso a paso de la determinación de la humedad a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

La medición de la humedad se realizó en las siguientes fechas:

Fecha de pesaje inicial, empaque y colocación de las muestras en el horno: lunes 18 de noviembre de 2019. Temperatura del laboratorio 19°C. Temperatura del horno: 104°C. -por un tiempo de 24 horas. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Fecha de retirar muestras del horno, pesar y colocarlas en el desecador: martes 19 de noviembre de 2019. Temperatura del laboratorio 18°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

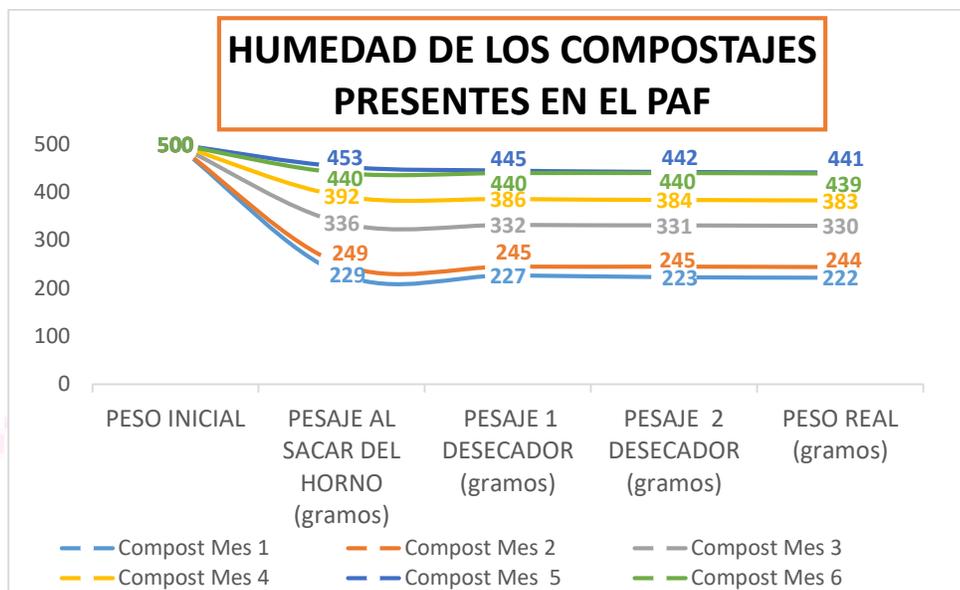
Del mismo modo se utilizaron la Ecuación 2 para determinar el Peso real y la Ecuación 3 para hallar el peso perdido de cada uno de los compostajes presentes en el PAF, los cuales tienen de 1 a 6 meses de transformación. Estas fórmulas se aplicaron de la misma forma para los remanentes provenientes de las zonas verdes y los generados por la venta de alimentos a la entrada del PAF.

MUESTRAS DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ							
N°	MUESTRA	PESO INICIAL	PESAJE AL SACAR DEL HORNO (gramos)	PESAJE 1 DESECADOR (gramos)	PESAJE 2 DESECADOR (gramos)	PESO REAL (gramos)	PESO PERDIDO (gramos)
1	Compost Mes 1	500	229	227	223	222	278
2	Compost Mes 2	500	249	245	245	244	256
3	Compost Mes 3	500	336	332	331	330	170
4	Compost Mes 4	500	392	386	384	383	117
5	Compost Mes 5	500	453	445	442	441	59
6	Compost Mes 6	500	440	440	440	439	61

Tabla 61: Valores del contenido de humedad de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

La prueba de laboratorio para establecer el contenido de humedad de los residuos orgánicos derivados de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, se efectuó con una muestra inicial de 500 gramos para cada uno de los abonos.

El compostaje que obtuvo la mayor pérdida de peso fue el del mes 1 con un valor de 278 gramos y un peso real de 222 gramos, luego el del segundo mes con una pérdida de peso de 256 gramos y un peso real de 244 gramos, sigue el del tercer mes con una pérdida de peso de 170 gramos y un peso real de 330 gramos, después el del cuarto mes con una pérdida de peso de 117 gramos y un peso real de 383 gramos, luego el del quinto mes con un pérdida de peso de 59 gramos y un peso real 441 gramos y por último el del sexto mes con una pérdida de peso de 61 gramos y un peso real de 439 gramos. Ver la Tabla 61.



Gráfica 30: Contenido de humedad de los compostajes presentes en el PAF.

Como se puede observar en la Gráfica 30, los compostajes tuvieron una mayor pérdida de peso desde el peso inicial hasta el pesaje al sacar del horno ya que la línea de tendencia tiene una notable inclinación, y en los demás trayectos de la línea esta permanece constante sin generar mayor cambio, ya que los compostajes solo perdían de 1 a 4 gramos respectivamente hasta el final de la prueba de laboratorio.

6.2.2 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

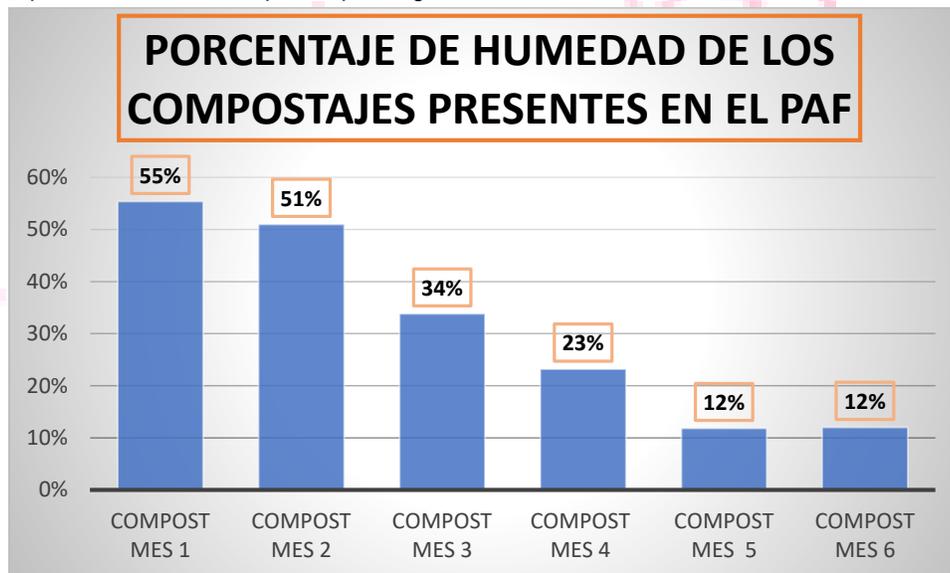
Se realiza el cálculo del porcentaje de humedad a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá con el fin de establecer cuál de ellos contiene mayor cantidad de humedad.

Para establecer el porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el PAF, se efectúa primero la medición de este parámetro con la ayuda de un horno de secado y un desecador para así obtener los datos requeridos para la aplicación de la ecuación del porcentaje de humedad.

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO REAL (gramos)	PORCENTAJE DE HUMEDAD
Compost Mes 1	500	223	55%
Compost Mes 2	500	245	51%
Compost Mes 3	500	331	34%
Compost Mes 4	500	384	23%
Compost Mes 5	500	441	12%
Compost Mes 6	500	440	12%

Tabla 62: Porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

En la Tabla 62, se da a conocer los resultados de la prueba de laboratorio “determinación de la humedad”, con los cuales se realizó la aplicación de la Ecuación 4, para hallar el porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá.



Gráfica 31: Porcentaje de humedad de los compostajes presentes en el PAF.

Como se observa en la Gráfica 31, los compostajes que tuvieron los resultados más altos del porcentaje de humedad fueron los del mes 1 y 2 con un 55% y 51% respectivamente, esto se debe a que la materia orgánica presente en estos abonos está comenzando la fase de descomposición y por lo tanto hay alto contenido de humedad. Luego se encuentran los compostajes del mes 3 y 4 con un porcentaje de presencia de 34% y 23% respectivamente, esto se presenta porque los remanentes que se encuentran en los abonos ya se han degradado en su mayoría, por ende, su contenido de humedad es más bajo.

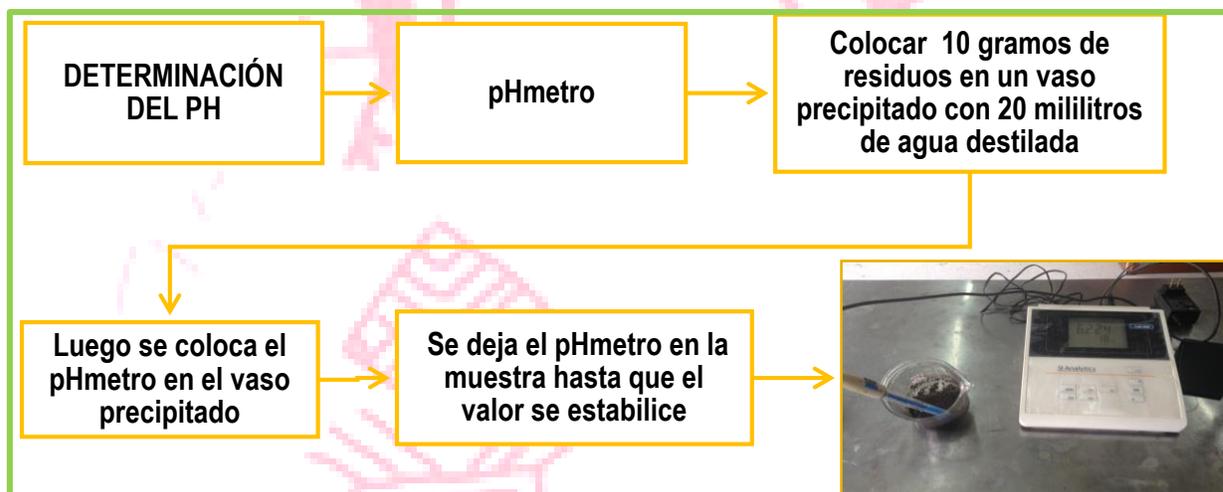
Y por último Los compostajes del mes 5 y 6 con un porcentaje de humedad de 12% y 12% respectivamente, estos resultados se presentan porque la materia orgánica de los abonos ya se encuentra descompuesta en su totalidad.

Con estos datos se evidencia que estos compostajes tienen un buen porcentaje de humedad el cual se encuentra en el rango óptimo del 45% al 60% (Pantoja Alberto, Martínez María, 2013), lo que indica que los remanentes que se generan en el Parque Arqueológico de Facatativá son aptos para usarlos en el proceso de compostaje por su alta cantidad de humedad y que el resultado final es un abono de buena calidad.

6.2.3 DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ

La medición de este parámetro se hace con el fin de conocer el valor del pH de cada uno de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, al obtener estos datos se determina si los valores están dentro del rango adecuado.

Para determinar el valor de pH de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, se llevaron muestras de estos al laboratorio de la Universidad de Cundinamarca, donde se hizo uso del pHmetro digital, siguiendo el paso a paso del procedimiento como se observa en la Gráfica 32.



Gráfica 32: Procedimiento para la determinación del pH de las muestras de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá.

Fecha de medición del pH a las muestras: martes 19 de noviembre de 2019.

Equipos y/o material usado: el pHmetro digital.

Temperatura de 19°C. Lugar: Laboratorio Universidad de Cundinamarca- Extensión de Facatativá.

Los resultados adquiridos están dentro del rango óptimo para el proceso de compostaje, el cual es de (5,8 a 7,2) (Roman P., 2013). Ver Tabla 64.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF			
N°	MUESTRA	Medición de pH con cinta indicadora	Medición de pH con el pHmetro Digital
1	Compostaje Mes 1	6	6,424
2	Compostaje Mes 2	6	6,760
3	Compostaje Mes 3	6	6,365
4	Compostaje Mes 4	6	6,529
5	Compostaje Mes 5	6	6,025
6	Compostaje Mes 6	6	6,224
Promedio de pH en las muestras de los residuos orgánicos			6,39

Tabla 63: Valores de pH tomados en laboratorio por medio del pHmetro a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

Como se visualiza en la Tabla 63, el pH de los seis compostajes está entre el rango de 6 a 6,7. Donde el compostaje del mes 1 tuvo un pH de 6,424, el compostaje del mes 2 un pH de 6,760, el compostaje del

mes 3 un pH de 6,365, el compostaje del mes 4 un pH de 6,529, el compostaje del mes 5 un pH de 6,025 y por último el compostaje del mes 6 con un pH de 6,224.

En la Tabla 64, se muestra imágenes de la toma de los valores de pH a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá.

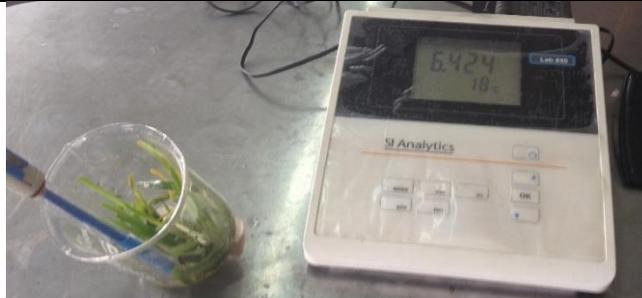
PH LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	
COMPOSTAJE MES 1	COMPOSTAJE MES 2
	
Valor pH: 6,424.	Valor pH: 6,760.
COMPOSTAJE MES 3	COMPOSTAJE MES 4
	
Valor pH:6,365.	Valor pH:6,529.
COMPOSTAJE MES 5	COMPOSTAJE MES 6
	
Valor pH:6,025.	Valor pH:6,224.

Tabla 64: Imágenes de los valores de pH tomados a los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá (PAF).

6.2.4 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ (PAF)

Se realiza el cálculo de la relación carbono/nitrógeno con el fin de conocer si los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá se desarrollan de forma óptima y si el producto final es de buena calidad. Para establecer el valor de este parámetro se calcula el promedio del peso inicial de cada una de las muestras de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá. Ver Tabla 65.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF	MUESTRA	PESO PROMEDIO EN GRAMOS
Compost Mes 1	500	500
Compost Mes 2	500	500
Compost Mes 3	500	500
Compost Mes 4	500	500
Compost Mes 5	500	500
Compost Mes 6	500	500

Tabla 65: Valores de los pesos obtenidos de los compostajes presentes generados del PAF y su peso promedio en gramos.

Una vez se obtiene el peso promedio en gramos se realiza una conversión de unidades de gramos a kilogramos aplicando la Ecuación 5, tal como se realizó con los residuos orgánicos generados de las zonas verdes y los remanentes provenientes de la venta de alimentos en la entrada del PAF. Los resultados de esta conversión se muestran en la Tabla 66.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF	PESO EN GRAMOS	PESO EN KILOGRAMOS
Compost Mes 1	500	0,5
Compost Mes 2	500	0,5
Compost Mes 3	500	0,5
Compost Mes 4	500	0,5
Compost Mes 5	500	0,5
Compost Mes 6	500	0,5

Tabla 66: Resultados de la conversión de gramos a kilogramos de los pesos de los compostajes presentes en el PAF.

Después se halla el porcentaje de presencia para cada uno de los compostajes presentes en el PAF, como se efectuó con los remanentes presentes en los cuarteos y los residuos provenientes de la venta de alimentos en la entrada del PAF, por medio de una regla de tres simple, donde se divide los kilogramos de las muestras sobre la sumatoria de estos, que para este caso da como resultado 0,5 kilogramos para cada uno de los seis compostajes, que se tomaran como el 100 % del peso presente en las pilas. Para determinar este valor se aplicó la Ecuación 6.

Los valores de los porcentajes de presencia de cada uno de los compostajes presentes en el PAF, se dan a conocer en la Tabla 67.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF	PESO EN KILOGRAMOS	PORCENTAJE DE PRESENCIA (%) DE LOS COMPOSTAJES
Compost Mes 1	0,5	0,1%
Compost Mes 2	0,5	0,1%
Compost Mes 3	0,5	0,1%
Compost Mes 4	0,5	0,1%
Compost Mes 5	0,5	0,1%
Compost Mes 6	0,5	0,1%

Tabla 67: Valores de los porcentajes de presencia de los compostajes presentes en el PAF..

Después de hallar el porcentaje de presencia de los compostajes, se dividen estos valores en 100 con el objetivo de determinar la cantidad del compostaje en las pilas al 100% del peso que contendrá cada una, para hallar este valor se aplica la Ecuación 7.

Los valores de cantidad de componente de los compostajes, se pueden observar en la Tabla 68.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF	PORCENTAJE DE PRESENCIA POR RESIDUO (%) EN LA PILA DE COMPOST	CANTIDAD DE COMPONENTE DEL COMPOSTAJE
Compost Mes 1	0,1	0,001
Compost Mes 2	0,1	0,001
Compost Mes 3	0,1	0,001
Compost Mes 4	0,1	0,001
Compost Mes 5	0,1	0,001
Compost Mes 6	0,1	0,001

Tabla 68: Valores de la cantidad de componente de los compostajes presentes en el PAF.

Por último se halla la relación carbono nitrógeno de cada compostaje, donde se multiplica el valor de la cantidad del componente por el valor de la relación Carbono-Nitrógeno de cada compost establecido en la literatura (OrganicSA, 2014) y (Relación Carbono Nitrógeno en compostas, 2018) , por medio de la aplicación de la Ecuación 8.

En la Tabla 69, se da a conocer los valores correspondientes de la relación carbono/ nitrógeno de cada uno de los residuos generados por la venta de alimentos en la entrada del PAF.

COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PAF	CANTIDAD DE COMPONENTE DEL COMPOSTAJE	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO (Literatura)	VALOR RELACIÓN CARBONO/ NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS
Compost Mes 1	0,001	17	0,017
Compost Mes 2	0,001	20	0,02
Compost Mes 3	0,001	20	0,02
Compost Mes 4	0,001	10	0,01
Compost Mes 5	0,001	10	0,01
Compost Mes 6	0,001	10	0,01

Tabla 69: Valores de la relación carbono-nitrógeno de los compostajes presentes en el PAF.

Luego de establecer los valores de la relación carbono/nitrógeno de las muestras de los compostajes presentes en el PAF, se obtiene una relación de 0,017/1 para el compostaje del mes 1, una relación de 0,02/1 para los compostajes de los meses 2 y 3, y una relación de 0,01 para los compostajes de los meses 4,5 y 6.

Estos resultados indican que los compostajes presentes en el PAF, tienen un alto contenido de nitrógeno, porque se hicieron con una mayor cantidad de materiales verdes y húmedos los cuales tienden a ser altos en nitrógeno como por ejemplo el Pasto, y se les incluyó en menos proporción los materiales marrones y secos que son altos en carbono como por ejemplo las hojas secas, las virutas de madera y aserrín. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). De acuerdo con lo anterior se aconseja realizar los compostajes con los materiales verdes y marrones que se generan en el PAF en la misma proporción.

6.2.5 EVALUACIÓN DE LOS COMPOSTAJES PRESENTES EN EL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ POR MEDIO DE SIEMBRA DE SEMILLAS

Para realizar una evaluación de los compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá, se tomó una muestra de cada uno de estos, con el fin de determinar la calidad y la capacidad de aportar beneficios para el suelo y las plantas que se siembren en ellos, ya sean de jardín o comestibles, como se da a conocer en la Imagen 18.



Imagen 18: Muestras de los compostajes presentes en el PAF, para realizar la siembra de semillas.

A estos compostajes se les sembró semillas de plantas comestibles de Perejil liso cuyo nombre científico es (*Petroselinum hortense*), pertenece a la familia Umbrelliferae y es nativo del área del Mediterráneo y de Asia occidental, es una planta que se cultiva en las huertas y es muy apreciada por sus propiedades aromáticas y medicinales. Tiene hojas pequeñas y es de color verde oscuro. (naturaleza, 2017). Ver Imagen 19.



Imagen 19:Planta de Perejil Liso (*Petroselinum hortense*).

Fuente: (naturaleza, 2017).

También se sembraron semillas de jardinería del aliso marítimo (*Lobularia maritima*), es nativa del Mediterráneo, tiene hojas verdes, sus flores racimos terminales, son pequeñas, de color blanco, aunque en algunas variedades pueden ser moradas o rosadas. Y además desprenden un agradable olor a miel. (Verde F, 2017). Ver Imagen 20.



Imagen 20:Planta de aliso marítimo (*Lobularia maritima*).

Fuente :(Verde F, 2017)

Se tomo una muestra de cada uno de los compostajes que van desde el mes 1 al mes 6, con el fin de observar en cual de ellos germinan las semillas comestibles y de jardin con mas facilidad, aunque algunos no hayan concluido el proceso del compostaje.

Al plantar las semillas en los compostajes se empezó a llevar un registro del crecimiento de las mismas.

SEMANA 1

Fecha: 20 al 26 de enero de 2020 – Temperatura promedio: 20°C - Lugar: Bogotá.



Imagen 21: Vista de los seis compostajes en la semana 1 de la siembra de las semillas.

En la semana 1, se realizo la siembra de semillas de Perejil liso (*Petroselinum hortense*) y Aliso marítimo (*Lobularia marítima*), en cada uno de los seis compostajes presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá. Ver Imagen 21.

SEMANA 4

Fecha: 17 al 23 de febrero de 2020 – Temperatura promedio: 21°C - Lugar: Bogotá.

- En el compostaje mes 1 creció Pasto y tenía una altura de 4 cm de alto.
- En el compostaje mes 2 creció Perejil liso y tenía una altura de 4 cm de alto.
- En el Compostaje mes 3 creció Perejil liso con una altura de 4,5 cm de alto.
- En el compostaje mes 4 creció Perejil liso con una altura de 4,4 cm de alto y Aliso marítimo con una altura de 5 cm de alto.

- En el compostaje mes 5 creció Aliso marítimo con una altura de 4 cm de alto.
- En el compostaje mes 6 creció Aliso marítimo con una altura de 3 cm de alto. Ver Imagen 22.

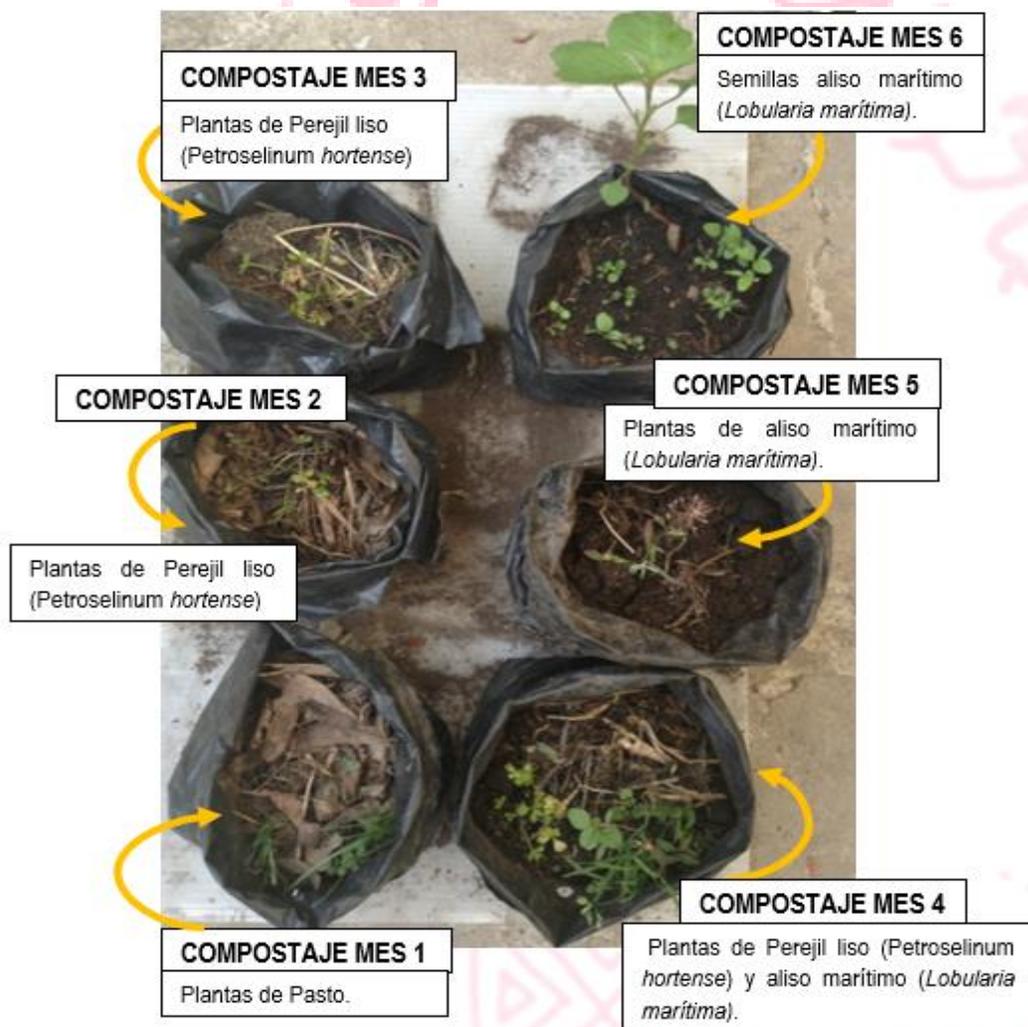


Imagen 22: Vista de los seis compostajes en la semana 4 de la siembra de las semillas

SEMANA 8

Fecha: 16 al 22 de marzo de 2020 – Temperatura promedio: 20°C - Lugar: Bogotá.

- En el compostaje mes 1 el Pasto aumentó su altura a 7 cm de alto.
- En el compostaje mes 2 el Perejil liso aumentó su altura a 7 cm de alto.
- En el Compostaje mes 3 el Perejil liso aumentó su altura a 8,5 cm de alto.

- En el compostaje mes 4 el Perejil liso aumentó su altura a 9 cm de alto y el Aliso marítimo a 11 cm de alto.
 - En el compostaje mes 5 el Aliso marítimo aumentó su altura a 11 cm de alto.
 - En el compostaje mes 6 el Aliso marítimo aumentó su altura a 12 cm de alto.
- Ver Imagen 23.

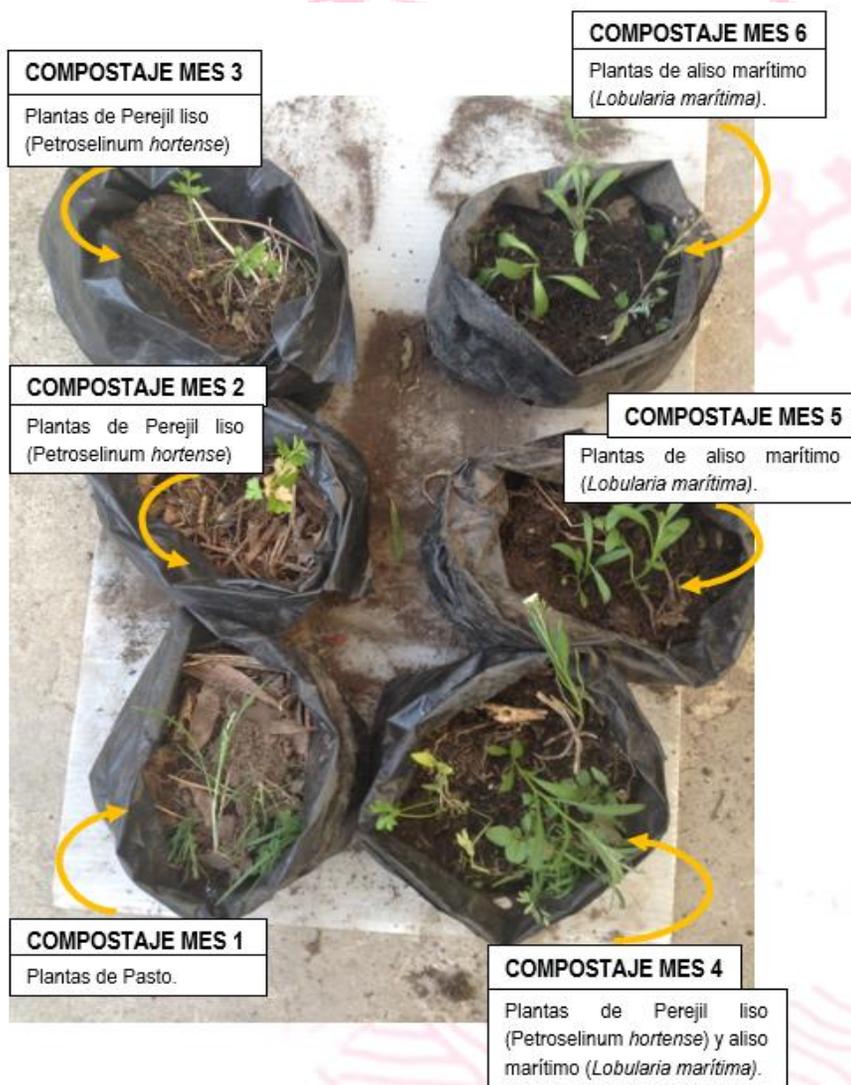


Imagen 23: Vista de los seis compostajes en la semana 8 de la siembra de las semillas.

SEMANA 12

Fecha: 20 al 26 de abril de 2020 – Temperatura promedio: 20°C - Lugar: Bogotá.

- En el compostaje mes 1 el Pasto tiene una altura de 9 cm de alto.
- En el compostaje mes 2 el Perejil liso tiene una altura a 15 cm de alto.

- En el Compostaje mes 3 el Perejil liso tiene una altura de 15,5 cm de alto.
- En el compostaje mes 4 el Perejil liso tiene una altura de 18 cm de alto y el Aliso marítimo de 27 cm de alto.
- En el compostaje mes 5 el Aliso marítimo tiene una altura de 37 cm de alto.
- En el compostaje mes 6 el Aliso marítimo tiene una altura de 42 cm de alto.

Ver Imagen 24. Así se encuentran actualmente.

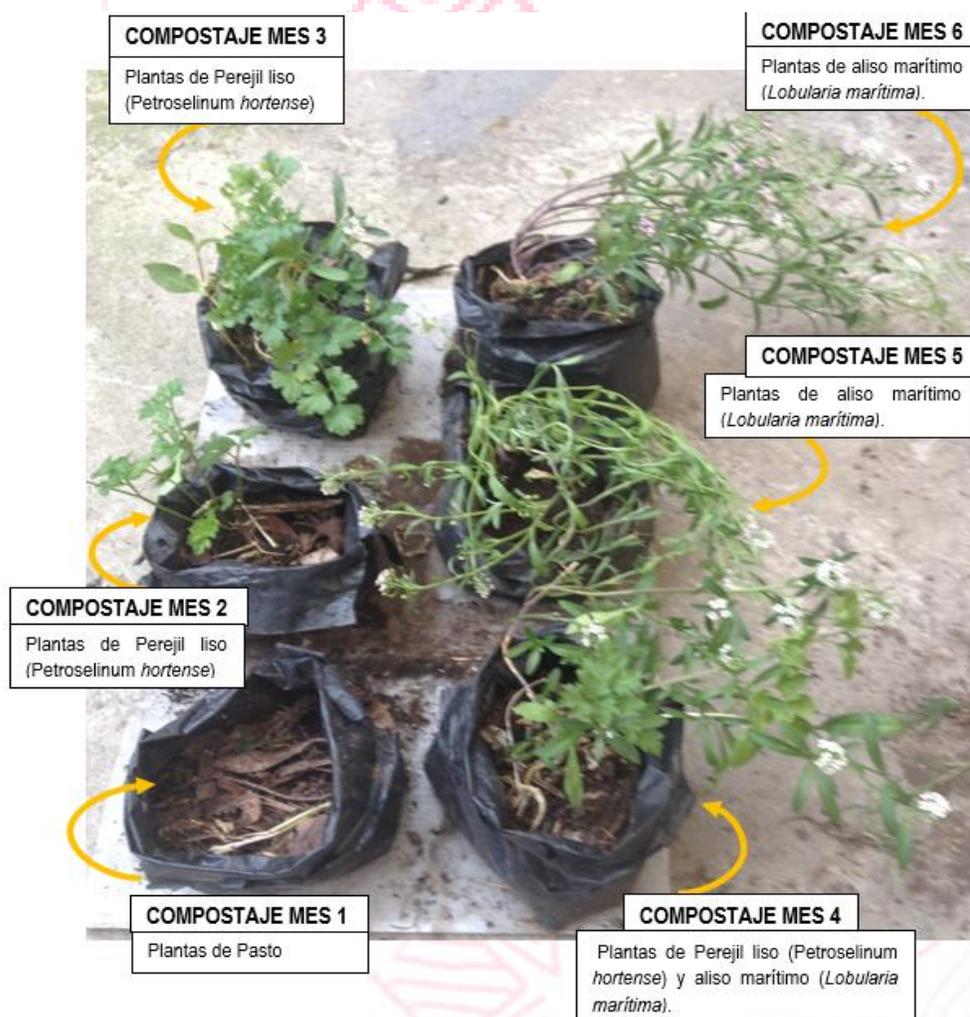


Imagen 24: Vista de los seis compostajes en la semana 12 de la siembra de las semillas.

Los resultados obtenidos con la prueba de la siembra de semillas en las muestras de los compostajes son que con los remanentes que se generan en el PAF se puede elaborar compost de buena calidad y aptos para ser utilizados en jardines y huertas.

6.3 DISEÑAR LA PLANTA MODULAR DE COMPOSTAJE

Con el fin de reducir los residuos orgánicos generados en el parque Arqueológico de Facatativá y brindarles una mejor disposición, se plantea el diseño de la planta de compostaje, cuya principal característica sea la construcción modular, edificaciones las cuales pueden ser desmontadas y renovadas para nuevo uso, permitiendo la disminución de materias primas y minimizando la cantidad de energía empleada, en el proceso. De igual forma pueden ubicarse en diferentes áreas del parque, con la posibilidad de ampliarse o reducirse de tamaño, de acuerdo a los parámetros requeridos o solicitados por los técnicos encargados de la planta.

Así mismo se revisó la norma vigente de construcción, en el territorio nacional, las cuales dicta que, para la formulación, construcción o ampliación de una edificación, se debe considerar el uso del suelo, el plan de ordenamiento territorial, protección a medio ambiente, recursos naturales y el patrimonio cultural, las cuales se encuentran descritas en el marco legal del presente documento. Considerando todos los aspectos solicitados por las normativas consultadas, se revisó el correspondiente uso del suelo establecido en el plan de ordenamiento territorial de Facatativá para el área de estudio. Se determinó que es un área de recreación ecoturística pasiva y actividades deportivas de tipo rural y urbano, así mismo para identificar las áreas de excavación arqueológica, se realizó la correspondiente charla con el Ingeniero Agroforestal Alexander Morales quien labora en la Oficina de Desarrollo Económico del municipio de Facatativá y mencionó tres áreas tentativas para la futura incorporación de la planta de compostaje modular, sin afectar o dañar áreas de importancia arqueológica. Estas áreas son Calabazas, el parqueadero cercano al lago y el área llamada siete de agosto.

Al revisar las tres áreas mencionadas anteriormente se estudia las posibles afectaciones a nivel paisajístico, emisión de olores, accesibilidad de los vehículos empleados de la limpieza de las zonas verdes del parque y zonas de importancia arqueológica o que contengan especies endémicas de la región y no puedan ser removidas. Con todos estos aspectos descritos anteriormente se determina que el área de Calabazas, es la más apta para la ubicación de la planta de compostaje, debido a su cercanía con el vivero el cual contiene especies arbóreas endémicas de la región, empleadas para la restauración ambiental, así mismo, por la lejanía de los senderos establecidos para los visitantes, disminuye las posibles molestias por los malos olores que se puedan generar durante el proceso de la elaboración del compost y actualmente esta zona es empleada para el almacenamiento residuos orgánicos generados en el Parque Arqueológico y no se alteraría la ruta de limpieza y mantenimiento de los operarios del parque.

En la Imagen 25 se observa la delimitación de Calabazas con el perímetro correspondiente y su área en metros cuadrados, medidas en las cuales no se discriminan el desnivel presente en la zona.

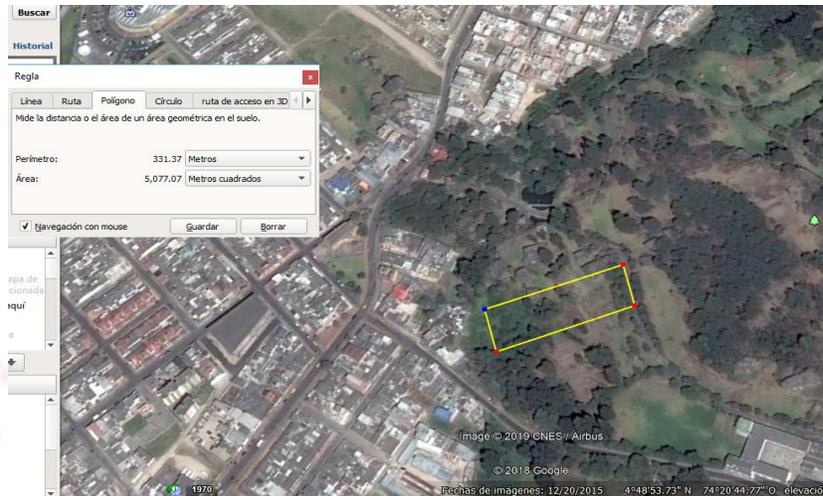


Imagen 25: Delimitación del área de calabazas.

Después de seleccionar el área adecuada para la planta de compostaje, se procede a revisar el perfil topográfico de la zona, con el fin de visualizar el relieve correspondiente y los descensos del terreno de calabazas. Con la herramienta de visualización del perfil topográfico de Google Earth se evidencio el descenso presente en el terreno, como se evidencia en la Imagen 26, indicándonos que se debe realizar la correspondiente visita a campo y levantamiento topográfico del área, para divisar que sectores presentan mayor descenso o desnivel que puedan afectar la estructura de la planta o requiera más tiempo y mayores costos, por materia prima, insumos y materiales, así mismo, se ha de tener en cuenta la presencia de rocas y de especies arbóreas que no puedan ser removidas o reemplazadas por ser nativas de la región, además que cuenten con un valor socio-cultural para los indígenas que se reúnen en el parque.

Al identificar los descensos en el terreno se procede a ejecutar el levantamiento topográfico de la zona y se evidencio que el área tentativa para la construcción de las composteras, presentaba un desnivel de 2 metros, por lo cual se consideró, adelantar el lugar para la ubicación de las composteras. así mismo se determinó el área total de calabazas la cual es de 90.84 metros de largo por 52 metros de ancho, espacio que no presenta desnivel, junto con el vivero que se encuentra incorporado actualmente en la zona.



Imagen 26: Levantamiento topográfico del área de calabazas.

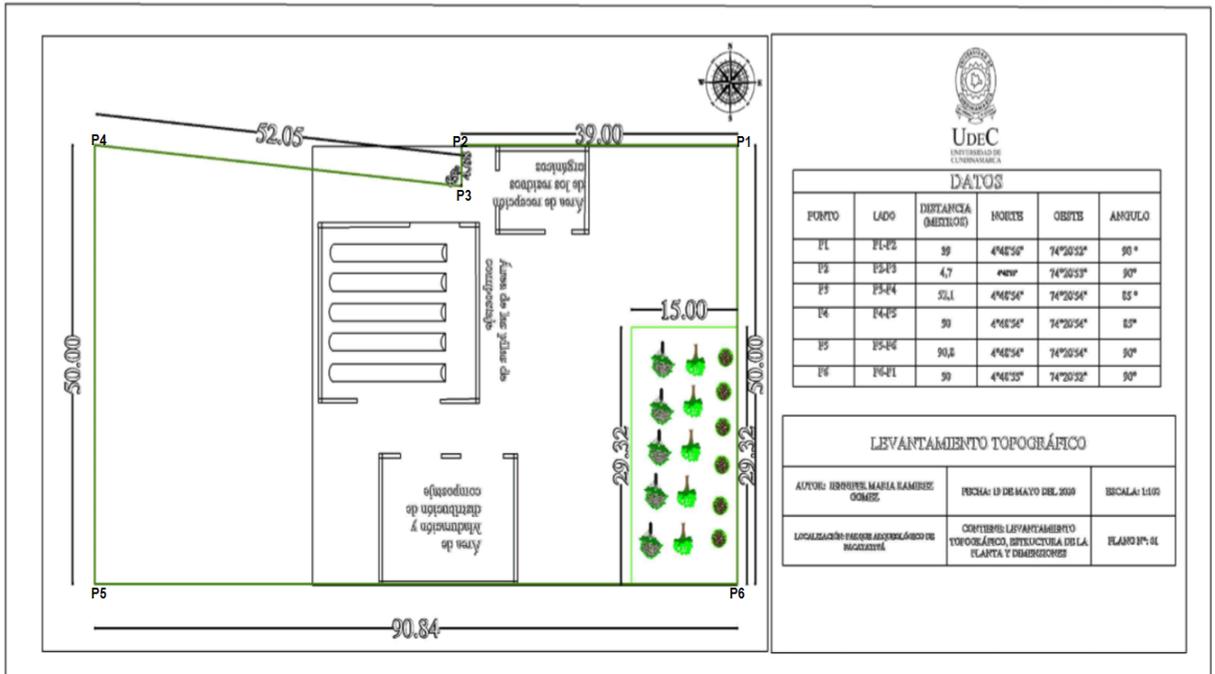


Imagen 27: Levantamiento topográfico del área de calabazas.

Además, por medio del levantamiento topográfico se identificó el espacio disponible para la construcción de la planta, ampliación de la misma y los metros que se pueden emplear en las áreas que integraran a la planta de compostaje.



Imagen 28: Vista del perfil topográfico del área de Calabazas.

6.3.1 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

Considerando el área con el que cuenta calabazas se procede a revisar en literatura las zonas que componen a una planta de compostaje y se revisa los procesos que actualmente desempeñan el Parque Arqueológico de Facatativá, con el propósito de adicionar los mecanismos necesarios para el debido desarrollo de la planta como formatos de registro de ingreso de residuos a la composteras, registros de pH, humedad, temperatura, tiempo que lleva cada pila dentro de la compostera, tiempo de maduración, reporte de novedades y estado de equipos, entre otros que se consideren pertinentes por parte del encargado del parque. frente a este proceso, se determinaron que las áreas que se integran en la planta de compostaje modular son:

1. **El área de recepción de los residuos orgánicos:** En este lugar se llevará a cabo los registros pertinentes a tipo de residuo que ingresa, fecha de ingreso, separación de residuos, peso de los diferentes residuos orgánicos y diligenciamiento de formatos establecidos por el técnico encargado del área o el funcionario de la alcaldía. Así mismo se realizará el proceso de triturado de residuos de mayor dimensión, como troncos y ramas, para acelerar el proceso de degradación de estos residuos en las composteras.
2. **Área de composteras:** después de la separación realizada en la primera área y trituración de los residuos orgánicos de mayor dimensión, se trasladan los residuos a esta zona, ubicándose de atrás hacia delante, esto con el fin de no generar pérdida de espacios y tiempo por la inadecuada ubicación de las pilas. Contará con cinco pilas las cuales irán rotando, con el fin de realizar los volteos pertinentes, así mismo, para regular la temperatura, dentro de la pila se recomienda emplear una barra de 1.70 a 1.80 metros de altura y posteriormente retirarla para que el vapor presente en las diferentes pilas salga y disminuya la temperatura, y no afecté a los microorganismos presentes en el proceso. En caso de que la temperatura aumente dentro de las pilas de compostaje superando la temperatura óptima para las bacterias termófilas y los microorganismos mesófilos se deberá aplicar agua con el fin de disminuir la temperatura, para aumentarla se considera pertinente adicionar melaza. para el control de malos olores se recomienda aplicar cal para la disminución de los mismos.
3. **Área de Maduración y distribución del compost:** en esta área se encontrará la pila número seis, la cual se caracteriza por ser la fase final del proceso de compostaje, se ubica en esta área con el fin de estabilizar el pH, temperatura, la humedad y alcalinidad de esta pila, hasta que se encuentre en el punto óptimo para posteriormente empacarla en lonas y distribuirlas conforme a las especificaciones del encargado.
4. **Vivero:** se encuentra actualmente en calabazas y contiene especies endémicas de la región; empleadas en restauración ambiental y cercas vivas. Se cuenta dentro de la planta de compostaje debido a la cercanía y por ser la primera zona donde se aplicará el compost resultante de la planta.

En la Imagen 29, se observan las áreas anteriormente descritas en el correspondiente plano 2D elaborado en AutoCAD, con las medidas obtenidas durante el levantamiento topográfico y con las medidas propuestas para cada una de ellas.

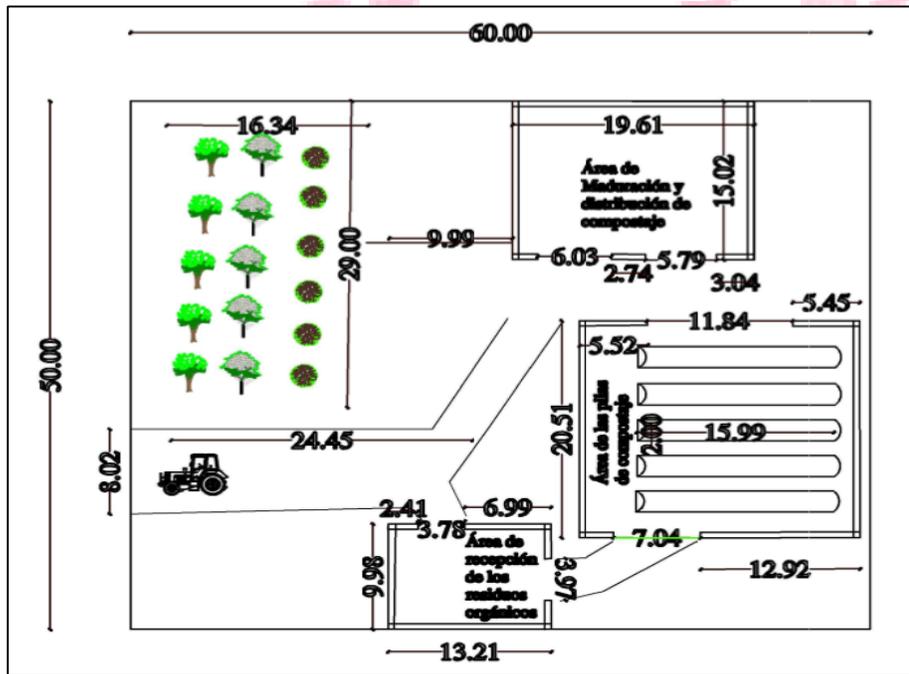


Imagen 29: Estructura de la planta de compostaje modular.

6.3.2 CALCULO DE LA PILA DE COMPOSTAJE

Las medidas propuestas para las pilas de compostaje son dos (2) metros de ancho por veinte (20) metros de largo y con una altura de un metro sesenta centímetros (1.60), contara con distancia de un metro sesenta centímetros de distancia entre cada pila, dimensiones con las cuales se espera cubrir el aprovechamiento de todos los residuos orgánicos que produce el parque arqueológico de Facatativá.



Imagen 30: Dimensiones de la pila de compostaje.

Para las medidas de las estructuras se consideraron las dimensiones de los vehículos que ingresaran, los procesos que se realizaran en cada una y lo que contendrán, como maquinaria, equipos, herramientas o el mismo personal que se encontrara en esta zona.

Las medidas propuestas para el área de recepción de residuos son de nueve metros noventa y ocho centímetros (9.98) de ancho por trece metros veintiún centímetros (13.21) de largo, con una altura de tres metros, la zona de composteras contara con veintidós (22) metros de largo por veinte metros con cinco centímetros (20.5) de ancho, cuenta con una altura de tres (3) metros ochenta (80) centímetros y el espacio destinado a maduración, empacado y distribución del compostaje diecinueve (19) metros de largo, quince (15) metros de ancho y cuatro (4) metros de altura.

Posteriormente se transfieren las medidas descritas al software libre de diseño 3D en este caso a SketchUpPro, el cual nos permite hacer el modelo de las diferentes estructuras que compone la planta de compostaje modular, la maquinaria y equipos requeridos, así mismo nos brinda una mejor visualización del diseño 2D anteriormente realizado en AutoCAD; en el Anexo 4 se encuentran las imágenes correspondientes al esqueleto de la planta, donde se observan las vigas que la componen, los ladrillos, los techos y la estructura retráctil de la compostera.

Cabe resaltar que la estructura se puede ampliar y disminuir su tamaño. En el anexo 5 se encuentra la estructura completa de la planta de compostaje modular con toda la maquinaria, equipos y el diseño completo del vivero, así mismo el diseño tiene las medidas originales del vivero que se encuentra en calabazas y se identificó en el levantamiento topográfico

Por medio de la planta de compostaje modular se espera aprovechar más del 80% de los residuos orgánicos que se generan dentro de las instalaciones del Parque arqueológico de Facatativá, brindado una mejor disposición final y reutilizando el producto final del compost en la nutrición de especies arbóreas, recuperación de cobertura vegetal, alimentación para microorganismos y nutrición de suelos.

Así mismo la planta puede generar al Parque un ingreso económico adicional, esto debido a la posible o futura venta de bultos o kilos de compostaje o la adquisición de una nueva área para la formación, capacitación o zona de aprendizaje para la comunidad en general. Adicionalmente el principal rasgo es la posibilidad que tiene la estructura de la compostera y las áreas de recolección, distribución y maduración del compost de ampliar o reducir su tamaño debido a los diferentes materiales que la integran.

El área de la compostera se encuentra formada por rejas enrollables de aluminio o madera desplegable como se evidencia en la tabla 70 y 71, las cuales se encuentran unidas entre sí por medio de tornillos y/o abrazaderas con el fin de reducir y/o ampliar su tamaño, soportadas con vigas de acero, las cuales se hallan en las áreas de recepción de residuos, maduración y estabilización del compostaje, las paredes de estas dos áreas son de ladrillos elaborados con plástico reciclado, en forma de fichas de lego, las cuales

se pueden unir sin necesidad de aplicación de cemento. Los techos son elaborados directamente por el proveedor bajo las dimensiones que establezca el cliente con las características solicitadas, ya que se proponen que estén un poco inclinados con la finalidad de hacer cosecha de agua y/o recolección de agua lluvia para ser utilizada en las actividades de riego para las plantas del vivero y/o para humedecer los remanentes en el proceso de compostaje.

La planta tiene la posibilidad que de ser reubicada o trasladada a otra área del Parque sin ningún tipo de complicación ya que se desarma, se transportan las piezas y se vuelve a armar, todo bajo el criterio y/o decisión de la parte administrativa del Parque Arqueológico de Facatativá.

6.3.3 COSTO DEL PROYECTO

De acuerdo al proceso de construcción de la planta de compostaje se establecen las siguientes cotizaciones de acuerdo a los materiales, materia prima, equipos y mano de obra que se requieren para el proyecto, así mismo se contempla la proyección de la mano de obra durante los primeros 7 meses de producción de la planta, así mismo se describen las marcas que cada equipo y los proveedores tentativos para el proyecto, obteniendo dos tablas de cotización.

La Tabla 70 contiene más maquinaria para el proceso de transporte de los residuos a la planta de compostaje, a diferencia de la Tabla 71, la cual contiene menor número de maquinaria, pero más herramientas que permitan realizar el transporte de los residuos a la compostera y realizar los volteos pertinentes, también se consideran los materiales de menor costo y sin banda transportadora, no obstante, se relacionan proveedores confiables en esta lista.

		UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSION FACATATIVA CIENCIAS AGROPECUARIAS		 PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ Arte rupestre		
FECHA		15 de Marzo del 2020		PAGO	\$ 694.142.737	
NUMERO DE COTIZACIÓN		1		MONEDA	pesos colombianos	
Costos de materia prima e insumos para la construcción						
ITEM	CANT.	ARTICULO	MARCA	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	2	Pala redonda No 2	incolma	Homecenter	\$ 34.900	\$ 69.800
2	45	Viga de Acero	Colmena	Homecenter	\$ 352.800	\$ 12.348.000
3	1	Nivel aluminio	Incolma	Homecenter	\$ 17.100	\$ 17.100
4	40	Bisagra Pivote	Fixser	Homecenter	\$ 10.900	\$ 436.000
5	15	Bisagra de acero	Fixser	Homecenter	\$ 14.900	\$ 223.500
6	40	Ladrillos plasticos tipo lego		Bloqueplas	\$ 11.000.000	\$ 440.000.000
7	2	KIT Taladro percutor 1/2 -85 500 w	Stanprof	Ferreteria Samir	\$ 145.669	\$ 291.338
9	4	Bascula plataforma digital X 200 Kgcon visor Sk-806 200 kg	Kachetools	Ferreteria Samir	\$ 163.571	\$ 654.284
10	17	Rejas enrollables de aluminio	Metalicas S.A.S	Metalicas S.A.S	\$ 13.000.000	\$ 13.000.000
11	3	Domo	Aluminio	Indumar	\$ 300.000	\$ 900.000
12	1	mesa de escritorio Updown	Updown	Homecenter	\$ 179.900	\$ 179.900
Papeleria						
14	24	RESMA CARTA	REPROGRAF	Office DEPOT	\$ 9.900	\$ 237.600
15	24	RESMA OFICIO	REPROGRAF	Office DEPOT	\$ 13.100	\$ 157.200
					\$ 25.242.740	\$ 468.514.722
Costos de maquinaria						
ITEM	CANT.	ARTICULO	MARCA	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	1	Bobcat minicargador S530	Bobcat	Etecol	\$ 55.000.000	\$ 55.000.000
2	1	Tractor Kubota M9540	Kubota	MotoMart S.A	\$ 58.000.000	\$ 58.000.000
3	1	Trituradora	Trapp bio 300	Fivisa	\$ 5.200.000	\$ 5.200.000
4	1	banda transportadora estatica de 8 metros	Servo650	MaplasCali	\$ 8.900.000	\$ 8.900.000
5	1	2014 TEREX RT555-1	Terex	ROCK & DILL	\$ 330.000	\$ 330.000
					\$ 127.430.000	\$ 127.430.000
Costos de mano de obra						
ITEM	CANT.	ARTICULO			SALARIO BASE	SALARIO TOTAL
1	2	Ingenieros ambientales			\$ 2.191.953	\$ 37.263.201
2	1	Arquitecto			\$ 2.190.558	\$ 15.333.906
3	1	tecnicos Auxiliares en arquitectura			\$ 1.000.000	\$ 7.000.000
4	1	tecnicos agricola			\$ 1.000.000	\$ 7.000.000
5	2	Operarios			\$ 877.803	\$ 31.600.908
					\$ 6.382.511	\$ 98.198.015

Tabla 70: Cotización Maquinaria, equipos, mano de obra y herramientas para construcción de la planta de compostaje modular.

		UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSION FACATATIVA CIENCIAS AGROPECUARIAS				
FECHA		15 de Marzo del 2020		PAGO	\$ 241.472.715	
NUMERO DE COTIZACIÓN		2		MONEDA	pesos colombianos	
Costos de materia prima e insumos para la construcción						
ITEM	CANT.	ARTICULO	MARCA	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	6	Pala redonda No 2	incolma	Homecenter	\$ 34.900	\$ 139.600
2	45	Vigas de acero	IPE	Homecenter	\$ 169.700	\$ 7.636.500
3	1	Nivel de resina	Incolma	Homecenter	\$ 4.100	\$ 4.100
4	40	Bisagra Pivote	Fixser	Homecenter	\$ 10.900	\$ 436.000
5	15	Bisagras 244 redondeada acero	Mobile	Madecentro	\$ 1.600	\$ 24.000
6	40	Ladrillos plasticos tipo lego		HOMECCELL	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
7	2	Kit Taladro Percutor 3/8 mas 29 accesorios	Bauker	Homecenter	\$ 189.900	\$ 379.800
8	4	Bascula Digital Trumax Xteel W liss 300 kg-600kg	TRUMAX	TRUMAX	\$ 600.000	\$ 2.400.000
9	3	Domo en policarbonato	melta-mar	melta-mar	\$ 200.000	\$ 600.000
10	17	Rejas plegables de madera	Aldana LTDA	Aldana LTDA	\$ 150.000	\$ 2.550.000
11	1	mesa de escritorio Updown	Updown	Homecenter	\$ 179.900	\$ 179.900
Papeleria						
13	24	RESMA CARTA	REPROGRAF	Office DEPOT	\$ 9.900	\$ 237.600
14	12	RESMA OFICIO	REPROGRAF	Office DEPOT	\$ 13.100	\$ 157.200
					\$ 11.314.200	\$ 24.744.700
Costos de maquinaria						
ITEM	CANT.	ARTICULO	MARCA	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	1	Bobcat minicargador S530	Bobcat	Etecol	\$ 55.000.000	\$ 55.000.000
2	1	Tractor Kubota M9540	Kubota	MotoMart S.A	\$ 58.000.000	\$ 58.000.000
3	1	Trituradora	Trapp bio 300	Fivisa	\$ 5.200.000	\$ 5.200.000
6	1	2014 TEREX RT555-1	Terex	ROCK & DILL	\$ 330.000	\$ 330.000
					\$ 118.530.000	\$ 118.530.000
Costos de mano de obra						
ITEM	CANT.	ARTICULO			SALARIO BASE	SALARIO TOTAL
1	2	Ingenieros ambientales			\$ 2.191.953	\$ 37.263.201
2	1	Arquitecto			\$ 2.190.558	\$ 15.333.906
3	1	tecnicos Auxiliares en arquitectura			\$ 1.000.000	\$ 7.000.000
4	1	tecnicos agricola			\$ 1.000.000	\$ 7.000.000
5	3	Operarios			\$ 877.803	\$ 31.600.908
					\$ 6.382.511	\$ 98.198.015

Tabla 71: Cotización Maquinaria, mano de obra y herramientas para construcción de la planta de compostaje modular.

Así mismo se realizó la correspondiente cotización con empresas que orientan, construyen edificios y viviendas, con ladrillos plásticos reciclados de forma lego y construcciones modulares.

Los costos propuestos por las tres compañías seleccionadas se relacionan en la siguiente tabla.

Registro	Nombre de la compañía	costo
16-031413	Homecell	\$ 130.000.000
10-058638	Bloqueplas	\$ 300.000.000
16-021520	Proyectos M.V.R	\$ 300.000.000

Tabla 72: Lista de compañías que adelantan procesos de construcción con ladrillos reciclados.

Cabe resaltar que los costos se encuentran sujetos a posibles cambios como promociones, aumentos de tarifas o carencia del producto.

RECOMENDACIONES

- Antes de implementar la planta de compostaje se debe realizar la poda y limpieza del área del centro de acopio Calabazas ya que se encuentra invadida por plantas invasoras, hierbas y pasto.
- Se deben realizar las charlas, acompañamientos y capacitaciones al personal de mantenimiento frente al proceso de elaboración, registro, diligenciamiento de formatos y separación en la fuente de los residuos generados dentro de las instalaciones del parque, para el debido funcionamiento de la planta.
- Durante el proceso de construcción se considera pertinente reparar el área del vivero, desyerbar y trasplantar las especies arbóreas, que ya cumplen con las condiciones y parámetros establecidos por el encargado para su incorporación en las zonas o áreas verdes.
- Se considera pertinente la incorporación de una trituradora que permita disminuir la densidad de los residuos de mayor dimensión, como troncos y ramas.
- Realizar el estudio pertinente para la incorporación de una biomembrana que permita disminuir el impacto generado por los lixiviados de las pilas de compostaje.
- En el proceso de compostaje no se deberá incluir carne o alimentos en descomposición debido a los posibles cambios de la relación carbono-nitrógeno, alteración en la calidad del compost, presencia de malos olores o aumento de lixiviados en las composteras.

CONCLUSIONES

Como resultado de las visitas elaboradas al Parque Arqueológico de Facatativá se puede concluir que, esta institución requiere del diseño de la planta de compostaje modular para proporcionar una mejor disposición final a los residuos orgánicos, generados en las zonas verdes y sean reutilizados para la nutrición de los suelos.

Se evidencio que el área más efectiva para la futura incorporación de una planta de compostaje es la zona de calabazas, debido a que cuenta con el área suficiente para posibles ampliaciones en caso de mayor producción de compostaje.

Por medio de la aplicación de encuestas, entrevistas y charlas, se determinó la cantidad aproximada de los residuos orgánicos generados en la poda y mantenimiento del Parque Arqueológico de Facatativá, ya que este dato no se tenían registros ni en el Parque ni en la Secretaria de Desarrollo Económico.

Con la futura incorporación de la planta de compostaje modular se disminuirá la cantidad de residuos no aprovechados del Parque Arqueológico de Facatativá, para brindarles una disposición final adecuada, como por ejemplo la producción de compostaje el cual podrá ser utilizado para recuperar la estructura del suelo y dotarlo de nutrientes, para el desarrollo de la cobertura vegetal en áreas fuera y dentro del Parque, lo que genera una disminución en la implementación de productos químicos.

Adicionalmente se podrá emplear el compost hecho en el Parque, en el área de siembra de árboles, capacitación o formación de la comunidad que esté interesada en este proceso, impulsando así la educación y cultura ambiental, se mejorará la calidad paisajística y organizacional de las zonas verdes del Parque Arqueológico de Facatativá.

Con la incorporación de la planta de compostaje modular se espera reducir los costos a largo plazo en el proceso de tratamiento o eliminación de los residuos orgánicos, costo de adquisición de productos químicos y compra de abono, generando un nuevo sitio de visitas para los turistas y una zona de formación académica.

Así mismo el producto final obtenido de la planta de compostaje modular se podrá ofrecer a la venta en paquetes pequeños por libras o kilos, y/o en bultos a todos los visitantes del Parque Arqueológico de Facatativá, generando un ingreso adicional para este.

BIBLIOGRAFÍA

- Agropecuaria, I. (2019). *Resolución 150 de 2003 - Instituto Colombiano Agropecuario - ICA*.
<https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2003/2003r0150-1.aspx>
- Agropecuaria, I. C. (2003). *RESOLUCIÓN No. 00150*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/1fb4d420-5e11-4ae6-959d-5bada49d683c/2003R0150-1.aspx>
- Alberto Pantoja, María M. Martínez, P. R. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*.
<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Alberto Pantoja, María M. Martínez, P. R. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*.
<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Alcaldía mayor de Bogotá D.C. (2014). *Resolución 754 de 2014 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>
- Ambiental, B. S. I. C. (2018). *RESIDUOS ORGÁNICOS*.
- Ambiente, M. d. (2015). *DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974*.
http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf
- Arkiplus. (2018). *Arquitectura Modular*. <http://www.arkiplus.com/arquitectura-modular>
- Arkiplus. (2018). *Arquitectura Modular*. <http://www.arkiplus.com/arquitectura-modular>
- Bertoldi, M. V. (1983). *The Biology of Composting: A Review. American Journal of Plant Sciences*.
- Cabildo María & Claramunt Rosa. (2012). *Reciclado Y Tratamiento de Residuos*.
<https://books.google.com.co/books?id=jXEFxC3GiQOC&pg=PT142&dq=sistemas+de+compostaje&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiRn7bGq8reAhUCoVMKHdR3DIgQ6wEIVjAl#v=onepage&q=sistemas+de+compostaje&f=false>
- Casco, J. M. (2008). (*Daphnia, 2012*). Mundi-Prensa Libros.
- Casco, J. M. (2008). *Compostaje*. Mundi-Prensa Libros
- Cataluña, A. d. (n.d.). *Guía práctica para el Diseño y la Explotación de Plantas de Compostaje*.
http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf
- Cataluña, A. de R. de. (2016). *Guía práctica para el Diseño y la Explotación de Plantas de Compostaje*.
Planta de Compostaje.
http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf

- Chain, N. S. C.-R. S. (2018). *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Colombia, E. G. (2015). *Normatividad manejo de residuos orgánicos en Colombia*.
<http://www.earthgreen.com.co/descargas/Normatividad.pdf>
- Colombia, E. G. (s. f. (n.d.)). *Normatividad manejo de residuos orgánicos en Colombia*.
<http://www.earthgreen.com.co/descargas/Normatividad.pdf>
- Colparques. (2020). *Parque Arqueológico de Facatativá*. <http://www.colparques.net/FACA>
- Colparques. (2018). *PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ - COLPARQUES*.
<https://www.colparques.net/FACA>
- Colparques, O. (2018). *PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ - COLPARQUES*. Parque Arqueológico De Facatativá. <https://www.colparques.net/FACA>
- Contreras Estévez Aída. (2017). *Diseño y selección de una planta de compostaje comarcal para residuos orgánicos recogidos selectivamente*. file:///C:/Users/User/Downloads/Diseno y selección de una planta de compostaje comarcal para residuos orgánicos recogidos selectivamente.pdf
- Contreras Estévez Aída. (2017). *Diseño y selección de una planta de compostaje comarcal para residuos orgánicos recogidos selectivamente*. file:///C:/Users/User/Downloads/Diseno y selección de una planta de compostaje comarcal para residuos orgánicos recogidos selectivamente...pdf
- Corpoica. (2007). *Guía Tecnológica Para El Manejo Integral Del Sistema Productivo de la Caña Panelera*. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4009>
- Corpoica. (2010). *Producción de Abonos Orgánicos de Buena Calidad*.
https://books.google.com.co/books?id=O7u8_I1rnAC&pg=PA6&dq=residuos+orgánicos+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi_s7el48neAhXOqlkKHalpBscQ6AEIKTAA#v=onepage&q=residuos+orgánicos+definicion&f=false
- Corpoica. (2007). *Guía Tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la Caña Panelera*.
<https://books.google.com.co/books?id=HavGX8wguv4C&pg=PA118&dq=compostaje+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9zKzK3MXeAhXCzVvkKHxGgDclQ6AEIKTAA#v=onepage&q=compostaje+definicion&f=false>
- Corpoica. (2007). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad: Vol. I*.
https://books.google.com.co/books?id=O7u8_I1rnAC&pg=PA6&dq=residuos+organicos+DEFINICION&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi04P62sazaAhUENd8KHS7wBIAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=residuos+organicos+DEFINICION&f=false
- Daphnia. (2012). *Tesis Parque Arqueológico de Facatativá*. Informe Residuos Sólidos.
file:///C:/Users/User/Downloads/Anexo 21. Informe Residuos Sólidos Daphnia (1).pdf

- EARTH Green SAC. (2013). *Principios Básicos del Compostaje*. <http://www.earthgreen.com.co/aprenda-mas-pyr/74-principios-basicos-del-compostaje>
- EARTH Green SAC. (2013). *Manual de compostaje Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá*. <http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf>
- EARTH Green SAC. (2015). *Normatividad manejo de residuos orgánicos en Colombia*. <http://www.earthgreen.com.co/descargas/Normatividad.pdf>
- EARTH Green SAC. (2013). *Principios Básicos del Compostaje*. <http://www.earthgreen.com.co/aprenda-mas-pyr/74-principios-basicos-del-compostaje>
- GARCIA, J. D. (2013). *FACATATIVÁ PARQUE ARQUEOLÓGICO PIEDRAS DEL TUNJO*. https://www.youtube.com/watch?v=dFiUQm_CfjI
- Garita N & Rojas J. (2015). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. [http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual Composteras.pdf?sequence=1](http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1)
- Guevara Stefania. (2014). *Planta de compostaje*. <https://www.youtube.com/watch?v=hTUzkrdQP00>
- ICA. (2015). *Cartilla practica para la elaboración de abono orgánico en producción ecológica*. <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Agricultura-Ecologica-1/Documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>
- ICONTEC. (2006). *Guía Técnica Colombiana, GTC 53-7*. <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/GTC53-7.pdf>
- ICONTEC. (2010). *Norma Técnica Colombiana NTC 5167*. <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5167.pdf>
- ICONTEC. (2011). *NTC 1927*. <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1927.pdf>
- InfoAgro. (2011). *¿Qué es el Compostaje?* <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/Compostaje.pdf>
- Jácome. (2012). *LA CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN*. <http://todosobreproyectos.blogspot.com/>
- Jördenin H. & Winter J. (2005). *Environmental Biotechnology. Concepts and Applications*. Weinheim: WILEY-VCH. http://www.environmentalbiotechnology.pl/eb_dzialy/eb_online/2006/vol2_2/ms042iwojnowska-baryla.pdf

- Juárez M. A. (2012). *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la universidad de Piura*. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1
- Juárez, M. A. M. (2012). *PROPUESTA DE COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS VEGETALES GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA*. Compostaje de Los Residuos Vegetales. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1
- Judicatura, C. S. (2010). *Constitución Política de Colombia*. <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION->
- María del Pilar Cabildo Miranda, R. M. C. V. (2012). *Reciclado Y Tratamiento de Residuos*. <https://books.google.com.co/books?id=jXEFxC3GiGQC&pg=PT142&dq=sistemas+de+compostaje&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiRn7bGq8reAhUCoVMKHdR3DIgQ6wEIVjAl#v=onepage&q=sistemas+de+compostaje&f=false>
- Márquez, G. J.-L. (2008). *aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Martínez L, B. P. & C. O. (2012). *Sostenibilidad y desarrollo el valor agregado de la agricultura orgánica*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/7113/1/9789587612431.2012-Version2.pdf>
- Ministerio de Ambiente. (2018). *LEY 632 DE 2000*. http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2000/ley_0632_2000.pdf
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Residuos Sólidos-Decreto 838 de 2005*. http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2016). *Decreto 596 de 2016*. [https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO 596 DEL 11 DE ABRIL DE 2016.pdf](https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20596%20DEL%2011%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf)
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2016). *RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de noviembre de 2000, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS*. <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096-2000.pdf>
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2002). *Decreto 1713 de 2002*. <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>
- Ministerio de Cultura. (2017). *Plan especial de manejo y protección Parque Arqueológico de Facatativá*.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Resolución 1096 de 2000*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38541&dt=S>
- Ministerio de Salud. (2000). *Ley 9 de 1979*. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY 0009 DE 1979.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY_0009_DE_1979.pdf)

- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2012). *TÍTULO F Sistemas de Aseo Urbano*.
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2013). *Decreto 2981 de 2013*.
http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO_2981_DEL_20_DE_DICIEMBRE_DE_2013.pdf
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). *Decreto 1077 de 2015*.
<http://www.minvivienda.gov.co/NormativaInstitucional/1077-2015.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *RESIDUOS ORGÁNICOS*. <http://www.brisa.cl/residuos-organicos/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (1997). *POLITICA PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS*.
https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos_y_procedimientos_Vigente/Normatividad_Gnl/Política_para_la_Gestión_Integral_de_Residuos_Sólidos-1997.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974*.
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf
- NATURALES, M. D. (2015). *Plantas de Compostaje*. <http://www.marn.gob.sv/m.marn/inicio/plantas-de-compostaje/>
- NATURALES, M. D. M. A. Y. R. (2015). *Plantas de Compostaje*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <http://www.marn.gob.sv/m.marn/inicio/plantas-de-compostaje/>
- naturaleza, E. R. (2017). *Perejil - Información sobre la planta - Propiedades y cultivo*.
https://www.elicriso.it/es/plantas_aromaticas/perejil/
- Noelia, G. (2015). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*.
http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual_Composteras.pdf?sequence=1
- NTC-1927, I. C. (2016). *NTC-1927.pdf*. <https://vdocuments.site/ntc-1927pdf.html>
- OrganicSA. (2014). *Relación C:N en el Compost*. Obtenido de <http://organicsa.net/relacion-cn-en-el-compost.html>
- Pantoja Alberto, Martínez María, R. P. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*.
<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Penagos, J. G. (2014). *El departamento avanza en el manejo de residuos*.
- Periódico El Tiempo. (2007). *Relleno sanitario Nuevo Mondoñedo empezará a recibir hoy basuras de 40 municipios de Cundinamarca*. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3396339>

- Presidencia de la Republica. (2015). *Constitución Política de Colombia*.
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- Relación Carbono Nitrógeno en compostas*. (2018). Obtenido de
<https://www.slideshare.net/rayo2882/relacion-carbono-nitrogeno-en-compostas>
- Rendón A. (2012). *Caracterización de Residuos Sólidos*. file:///C:/Users/User/Downloads/34-Texto del artículo-63-1-10-20140516 (1).pdf
- Rincón J. (2014). *Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad*. Bogotá: Red de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en la Generación de Energía (BIOENERGIA).
- Román P Martínez M & Pantoja A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Roman Pilar, M. M. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- RSU, C. P. de R. S. U. (2018). *RESIDUOS ORGÁNICOS*. Residuos Orgánicos.
<http://www.consorciorsumalaga.com/5936/residuos-organicos>
- Secretaría de Desarrollo Económico. (2020). *Piedras del Tunjo Facatativá*.
<http://www.piedrasdeltunjofacatativa.gov.co/index.php/parque-arqueologico/historia>
- Secretaria Distrital de Hábitat. (2016). *Ley 99 de 1993*.
<https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-99-1993>
- Secretaría Jurídica Distrital. (2015). *Ley 142 de 1994*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>
- Secretaría Jurídica Distrital. (2000). *Ley 99 de 1993*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Secretaría Jurídica Distrital. (2000). *Ley 632 de 2000*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4632>
- SERVIGENERALES S.A. E.S.P. (2000). *“programa para la prestación del servicio público de aseo en el municipio de Facatativá”*.
- Sierra T. (2018). *Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja*.
Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales
- Tiempo, P. E. (2007). *Relleno sanitario Nuevo Mondoñedo empezará a recibir hoy basuras de 40 municipios de Cundinamarca*. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3396339>

- Tierra, A. d. (2010). *Ventajas del Compostaje*. <http://www.amics-terra.org/cache/da/07/457b2b83a9ffa41a159e157ed96dff3674da/ventajas-del-compost.pdf>
- UAESP, S. D. (2017). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Aprovechamiento de residuos orgánico a través de compostaje y lombricultura*. <http://www.cienciasagrarias.bogota.unal.edu.co/aprovechamiento-de-residuos-orgánicos-través-de-compostaje-y-lombricultura>
- Urbanos, C. P. (2018). *Residuos orgánicos*. <http://www.consorciorsumalaga.com/5936/residuos-organicos>
- Velandia J Díaz J. & Pedraza M. (2016). *Estudio técnico y financiero a nivel de pre factibilidad para el montaje de una planta de compostaje en el municipio de Bucarasica, Norte de Santander*. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/164674.pdf>
- Verde F. (2017). *Orgánico, La Basura Tiene Color*. <http://www.labasuratieneicolor.com/organico.aspx>
- Verdeesvida. (2017). *Lobularia marítima, Alyssum maritimum Aliso marítimo*. https://www.verdeesvida.es/fichas_de_plantas/plantas-de-flor_3/aliso-maritimo_3048
- Villada, L. A., & Torres, J. A. (2013). *Manual de compostaje, Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*.

ANEXOS

ANEXO 1: LISTA DE CHEQUEO

 <p style="font-size: 24pt; font-weight: bold; margin-top: 10px;">UDECA</p> <p>UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA</p>	<p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p><i>"LISTA DE CHEQUEO DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVA PAF"</i></p>	 <p>PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ Arte rupestre</p>		
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN :				
DIRECCIÓN:	TELÉFONO:	CIUDAD:		
PERSONAL RESPONSABLE:				
CARGO:	FECHA:			
INSTRUCCIÓN DE VERIFICACIÓN	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SI	NO	PARCIALMENTE	
1. CENTRO DE ACOPIO				
1.1 Se cuenta con una zona para el almacenamiento y disposición final de los residuos orgánicos.				
1.2 El área donde son llevados los remanentes cuenta con las condiciones físicas y sanitarias para el almacenamiento y disposición final de estos..				
1.3 Existen espacios separados física y sanitariamente para cada clase de residuos orgánicos.				
1.4 Tiene una adecuada ubicación y accesibilidad para el personal que labora allí.				
1.5 En esta área se realiza algún tipo de aprovechamiento y/o disposición final de los residuos orgánicos.				
2. RECURSO HUMANO				
2.1 El PAF cuenta con personal responsable de las funciones administrativas, asistenciales, de aseo y de mantenimiento.				
2.2 El recurso humano ha recibido entrenamiento y capacitación para el manejo de los residuos orgánicos.				
2.3 El personal cuenta con los elementos de protección personal (Botas, overol, guantes, caretas, etc) para el corte, poda y mantenimiento de zonas verdes y para el manejo de los remanentes.				
3. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS				
3.1 Con los remanentes presentes en el PAF se realizan procesos o métodos para hacer una adecuada disposición final como compostaje, lombricultura u otra.				

3.2 Los compostajes artesanales presentes en el Parque Arqueológico de Facatativá se utilizan para actividades agroforestales fuera y dentro de este.				
4. DOTACION DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y VEHÍCULOS				
4.1.El PAF dispone de herramientas de jardinería para la realización de las actividades de poda, corte y mantenimiento de las zonas verdes.				
4.2 El PAF dispone de vehículos de recolección y/o para el transporte interno de los remanentes.				
4.3 El PAF dispone de sistemas para pesaje de los residuos orgánicos .				
5. ACTIVIDADES TECNICO ADMINISTRATIVAS				
5.1 Cuenta con servicios contratados con gestores autorizados por los entes de control para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los remanentes.				
5.2 Existe la ruta de recolección interna de residuos sólidos aprovechables, con los horarios fijados y esta se encuentra publicada.				
5.3 Se realiza el pesaje de los residuos orgánicos los días de corte, poda y mantenimiento de las zonas verdes.				
5.4 El personal conoce el tratamiento y disposición final de los residuos generados en el predio.				
5.5 Cuenta con documento-protocolo para informar accidentes de trabajo ocasionados por el manejo de residuos orgánicos y notificación a ARL.				
5.6 Se han presentado y reportado incidentes y accidentes de trabajo por el manejo de residuos orgánicos.				
6. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS				
6.1 Se cuenta con los soportes de asistencia del personal a las capacitaciones				
6.2 Cuenta con las Actas de Comités administrativo de gestión ambiental (mínimo una por mes).				
6.3 Se realiza Evaluación y seguimiento a la ruta de recolección interna de residuos sólidos orgánicos.				
OBSERVACIONES GENERALES Y COMPROMISOS				
Persona que atendió la visita:		Personal que realizó la visita:		
Nombre: _____		Nombre: _____		
Cargo: _____		Cargo: _____		
Teléfono: _____		Teléfono: _____		

ANEXO 2: ENCUESTA APLICADA A LOS FUNCIONARIOS Y PERSONAL DEL PAF

ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN

La Universidad de Cundinamarca realiza la presente encuesta con el fin de identificar y cuantificar la cantidad de residuos orgánicos generados en el parque arqueológico de Facatativá Cundinamarca. La cual se aplicará para los trabajadores encargados de las zonas verdes del Parque. Para la cual se requiere como máximo 10 minutos de su tiempo. Le Agradecemos conteste las siguientes preguntas de la manera más sincera.

1. ¿Cuál es su Género?

Masculino ____ Femenino ____ Otro _____

2. ¿Cuántos años tiene laborando en el parque Arqueológico de Facatativá?

- A. menos de 1 año
- B. 1 a 3 años
- C. 4 a 6 años
- D. más de 6 años

3. Cargo en el cual labora

- A. Servicios Generales
- B. Personal de mantenimiento
- C. Jardínero
- D. Otro ¿Cuál? _____

1. ¿Qué residuos orgánicos son generados en el parque arqueológico de Facatativá y mencione la composición de los residuos en porcentaje?

A. Pastos	B. Frutos y hierbas
C. Hojarasca y Flores secas	D. Ramas
E. Troncos	F. Otro ¿Cuál?

5. ¿Con que frecuencia se realiza la poda y recolección de la materia orgánica en el parque Arqueológico de Facatativá?

- A. Anual
- B. Semanal
- C. Mensual

Si su respuesta es semanal dirijase a la pregunta 6.

6. ¿Qué días a la semana se realiza la poda y recolección de los residuos orgánicos?

- A. Lunes, miércoles y viernes
- B. Martes, jueves y sábado.
- C. Otros días ¿Cuáles? _____

7. ¿Cuál es la extensión del área a la cual se le realiza el corte de prado?

- A. parcelas
- B. Por hectáreas
- C. Por metro cuadrado
- D. Otro _____ ¿Cuál? _____

8. ¿Qué cantidad o peso aproximado de residuos orgánicos genera el Parque Arqueológico por la limpieza o arreglo de zonas verdes, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas?

- A. 1 a 100 Kilogramos
- B. 101 a 300 Kilogramos
- C. 301 a 500 Kilogramos
- D. 501 a 700 Kilogramos
- E. 701 a 1000 kilogramos

9. ¿A qué especies arbóreas se les practica la poda de ramas? Puede seleccionar más de tres opciones

A. Roble	G. Cendro de la Montaña
B. Cedro	H. Canelo de Paramo
C. Chíchala	I. Trompetos
D. Acacia	J. Otro ¿Cuál?
E. Pino	K..Todas las anteriores
F. Ciprés	

10. ¿Son separados los remanentes generados en las podas de los árboles, hierbas, pastos, hojarasca y demás?

- A. Si
- B. No

11. ¿A dónde son llevados los remanentes provenientes de las actividades del mantenimiento de las zonas verdes?

- A. Centro de Acopio
- B. Vivero
- C. Huertas
- D. Pilas
- E. Otro ¿Cuál? _____

12. ¿Cómo se llama o como denomina el lugar donde disponen los remanentes de la poda?
- A. Calabazas
 - B. 7 de agosto
 - C. Parqueadero
13. ¿En qué medios son transportados los restos vegetales hacia la zona adecuada para su disposición?
- A. Carretilla
 - B. Tractor
 - C. Moto Carguero
 - D. Todas las anteriores
14. ¿Qué peso aproximado de residuos orgánicos considera usted que son transportados por los vehículos al lugar donde son reunidos?
- A. 1 a 100 Kilogramos
 - B. 101 a 200 Kilogramos
 - C. 201 a 300 Kilogramos
 - D. 301 a 400 Kilogramos
 - E. 401 a 500 kilogramos
15. ¿Son reutilizados los remanentes obtenidos de las zonas verdes?
- A. Si
 - B. No
- Si su respuesta es sí diríjase a la pregunta 16,
Si su respuesta es no diríjase a la pregunta 17*
16. ¿Qué técnicas utilizan con los remanentes para obtener un buen aprovechamiento?
- A. Compostaje
 - B. Lombricultura
 - C. Alimentación de animales
 - D. Otro ¿Cuál? _____
17. ¿Qué procesos o métodos cree usted que se pueden efectuar para hacer una adecuada disposición final de los remanentes?
- A. Compostaje
 - B. Lombricultura
 - C. Otro ¿Cuál? _____
18. ¿El Parque Arqueológico cuenta con un proyecto para realizar una adecuada disposición final y una buena utilización de los residuos orgánicos generados en este, como materia prima para la elaboración de compostaje?
- A. Si ¿Cuál? _____
 - B. No

Agradecemos su participación, la información brindada será de gran utilidad para nosotros.

Nombre: _____

FICHA TÉCNICA	
OBJETIVO	Identificar y cuantificar la cantidad de residuos orgánicos generados en el parque arqueológico de Facatativá Cundinamarca.
JUSTIFICACIÓN	<p>La pregunta N° 1 a la 3, se busca conocer la información básica de la persona encuestada, como su género, edad, cargo, con el fin de identificar su ocupación dentro del parque y la veracidad de los datos.</p> <p>Las preguntas N° 4 y 7, busca conocer que residuos son generados en el parque con qué frecuencia se realizan las podas dentro del mismo, en qué días son realizadas y como se realiza la poda.</p> <p>La pregunta N° 8, se busca identificar el peso generado por los remanentes de la poda.</p> <p>Las preguntas N° 9 y 10, Se busca conocer a que especies se les realiza la poda de ramas y si se realiza una separación de los remanentes obtenidos.</p> <p>La pregunta N° 11 y 12. Se busca identificar si algún sitio donde se reúnen los remanentes obtenidos de las podas y si cuenta con algún nombre que lo identifique.</p> <p>La pregunta N° 13. Se busca identificar como son transportados estos remanentes de las zonas verdes a un centro de acopio.</p> <p>La pregunta N° 14. se busca identificar el peso aproximado de los residuos que son transportados al lugar donde son reunidos.</p> <p>La pregunta N° 15 y 16. Se desea determinar si estos remanentes son aprovechados y que procesos o actividades se les realiza a los remanentes obtenidos de las podas para su posible aprovechamiento.</p> <p>La pregunta N° 17. Se busca identificar si los trabajadores conocen algún método para realizar una mejor disposición final de los remanentes generados en el parque.</p> <p>La pregunta N° 18. Se busca identificar si el parque está desarrollando algún proyecto en pro del aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el parque.</p>

ANEXO 3. PLANCHA DE LA ESTRUCTURA DE LAS INSTALACIONES, PILA Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

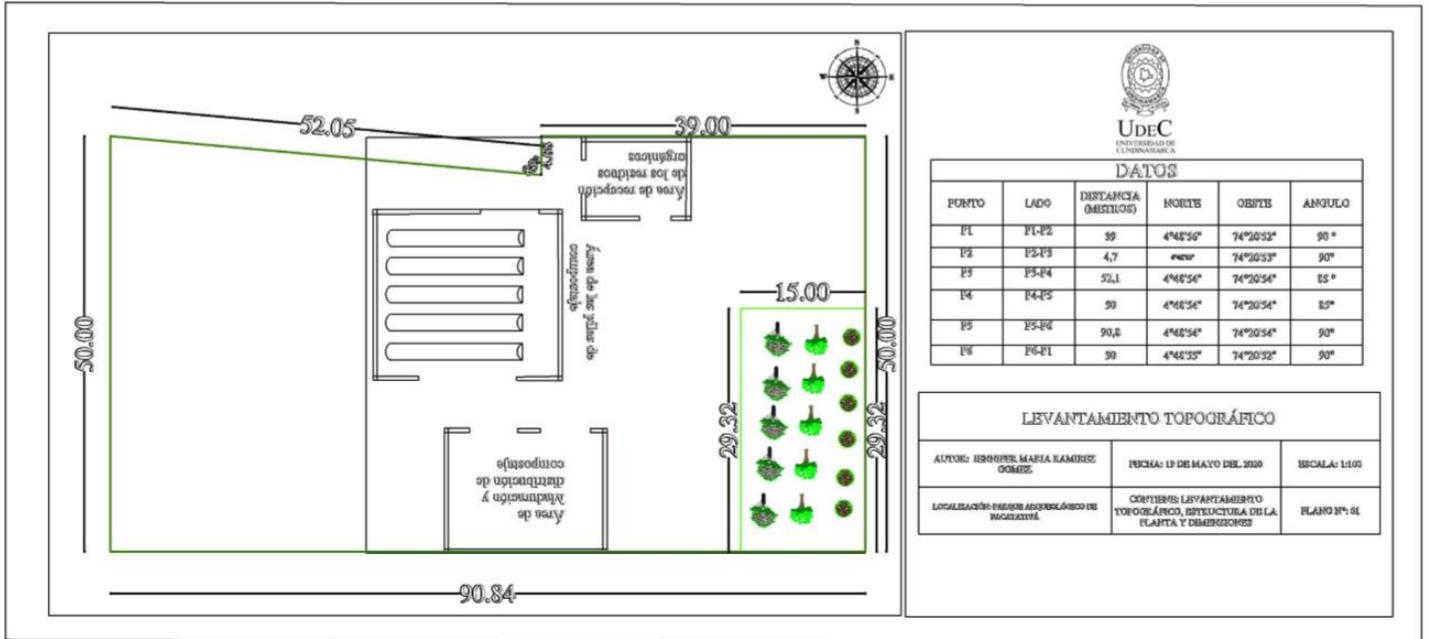


Imagen 31: Levantamiento topográfico con las áreas de la planta de compostaje con sus respectivas medidas.

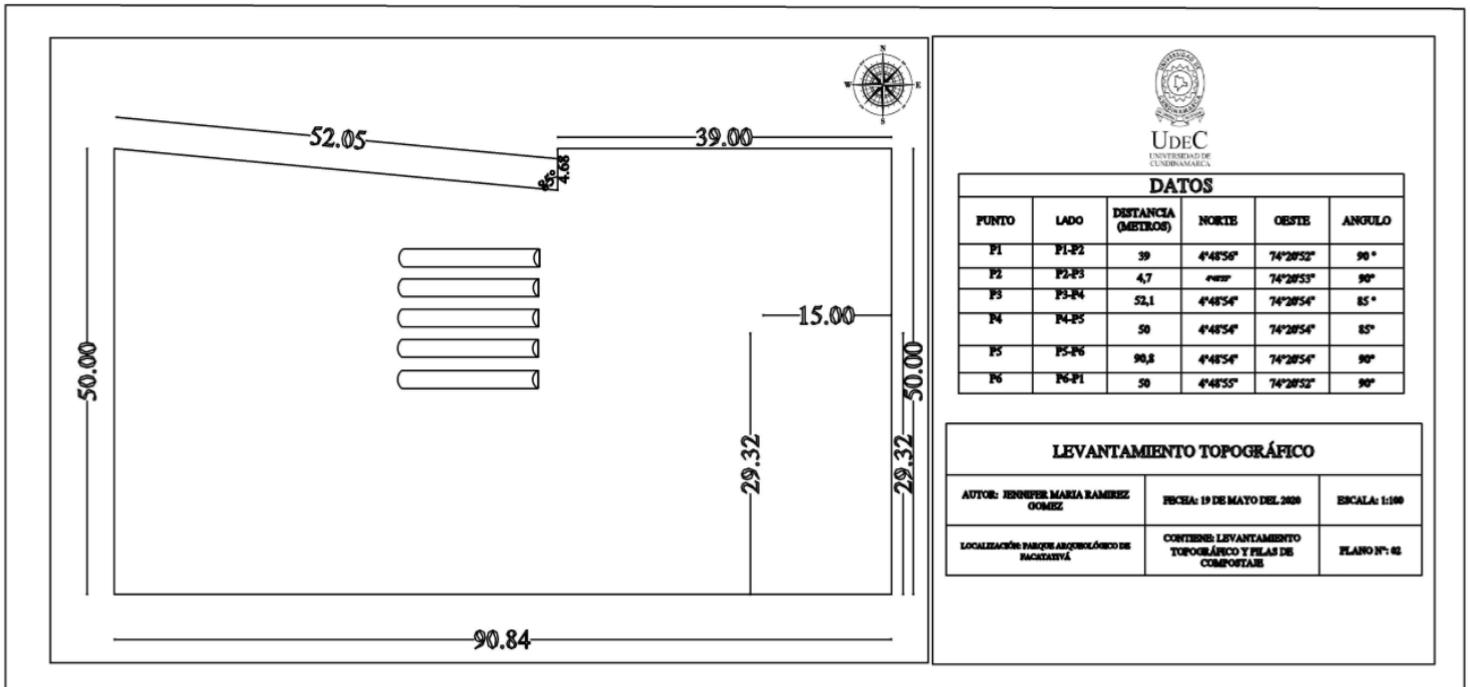
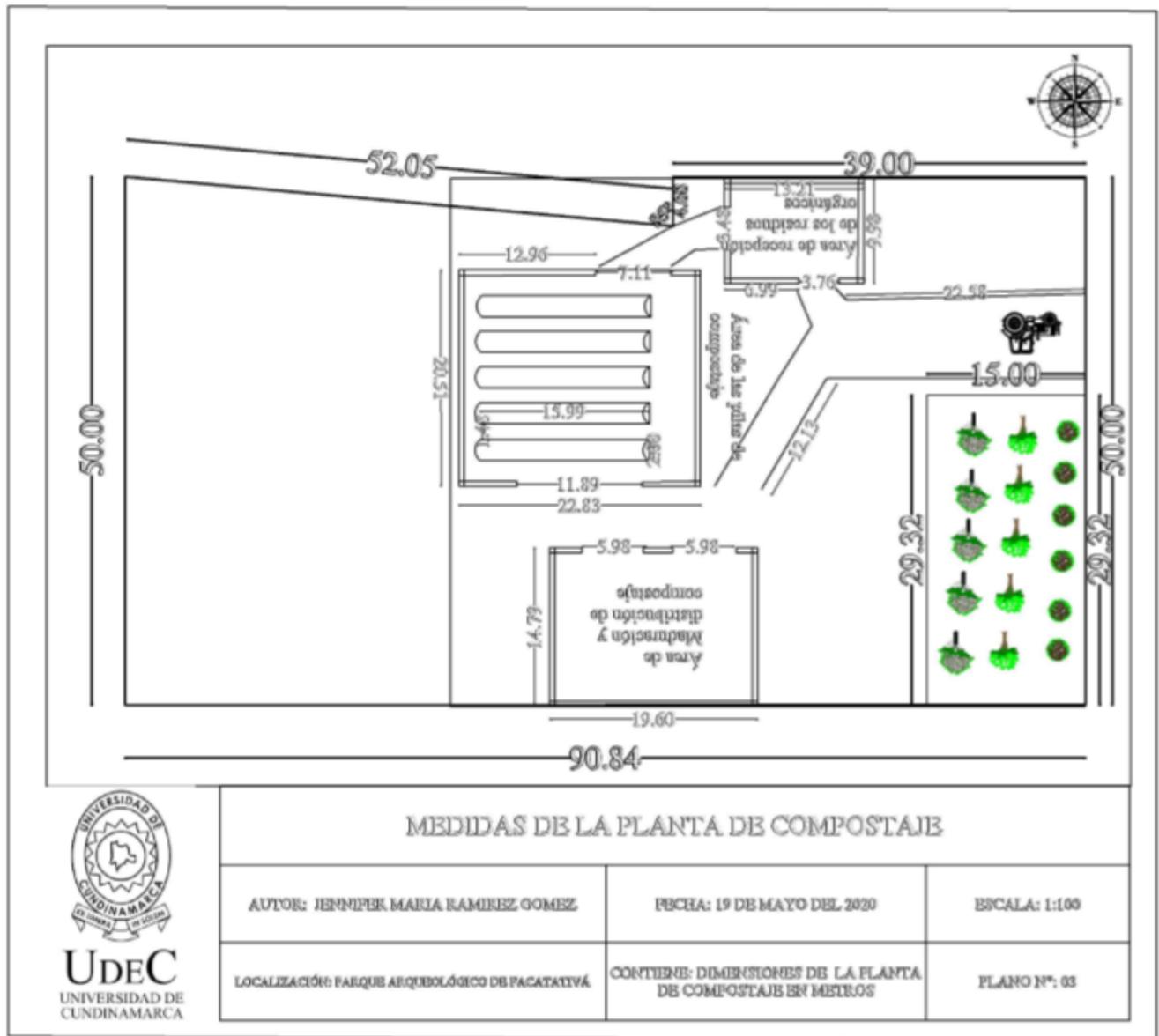


Imagen 32: Levantamiento topográfico con el área destinada para las pilas de compostaje.



MEDIDAS DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

AUTOR: JERNIER MARÍA RAMÍREZ GÓMEZ	FECHA: 19 DE MAYO DEL 2020	ESCALA: 1:100
LOCALIZACIÓN: PARQUE ARQUEOLÓGICO DE FACATATIVÁ	CONTIENE: DIMENSIONES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE EN METROS	PLANO Nº: 03



Imagen 33: Medidas de la planta de compostaje.

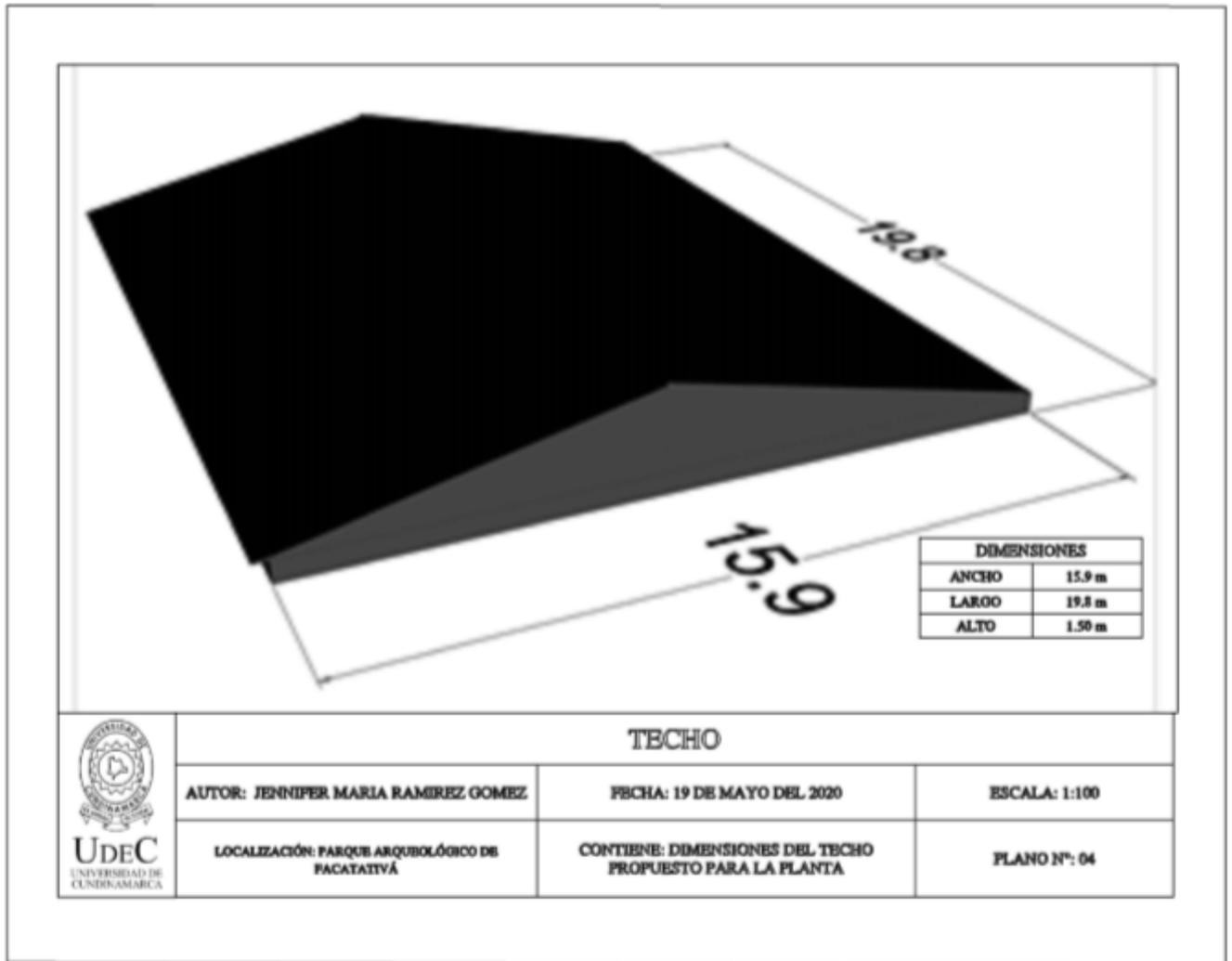


Imagen 34: Dimensiones propuestas para el techo de la planta de compostaje modular.

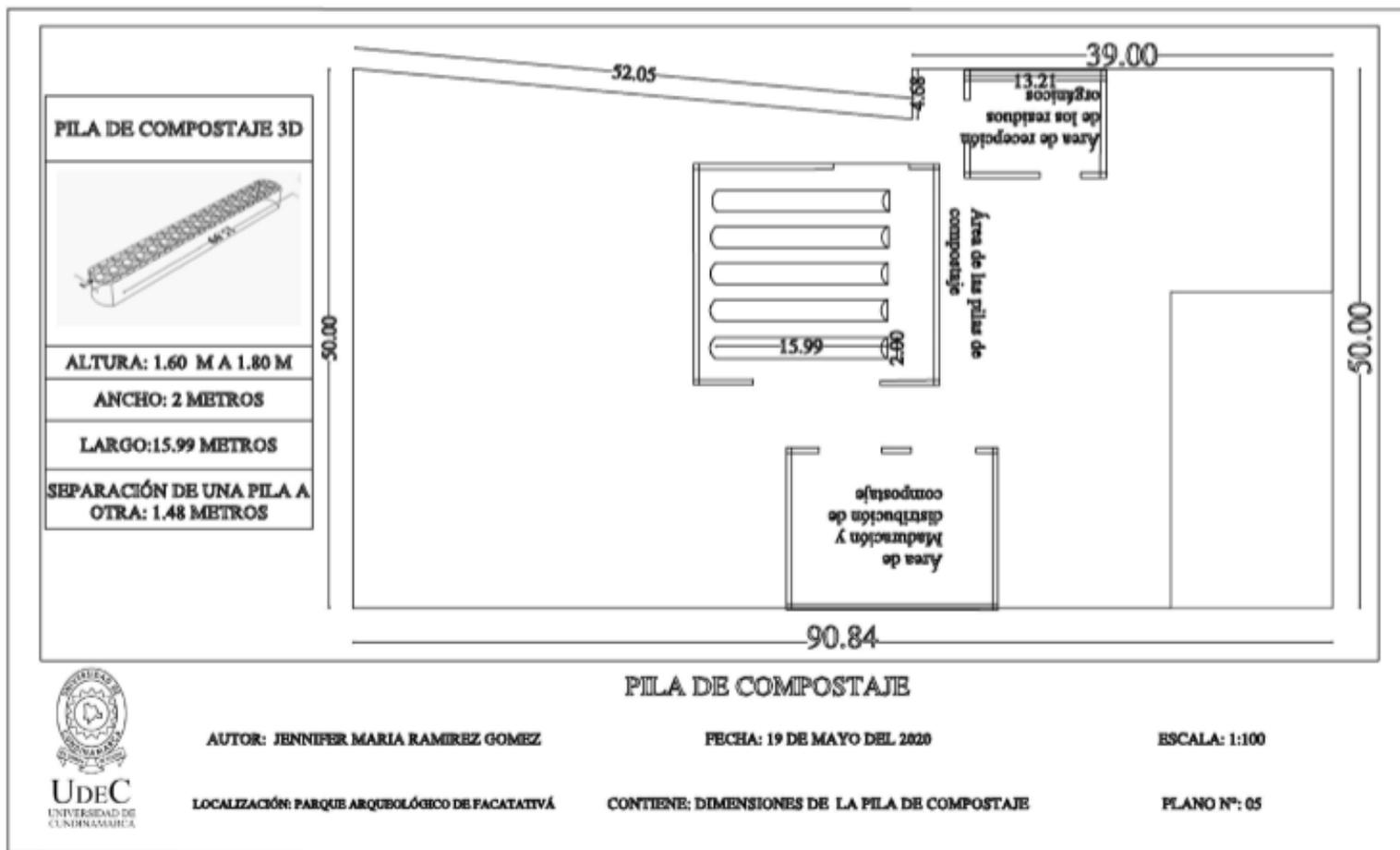


Imagen 35: Dimensiones de la pila de compostaje 2 y 3D.

ANEXO 4. IMÁGENES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE MODULAR 3D ESQUELETO

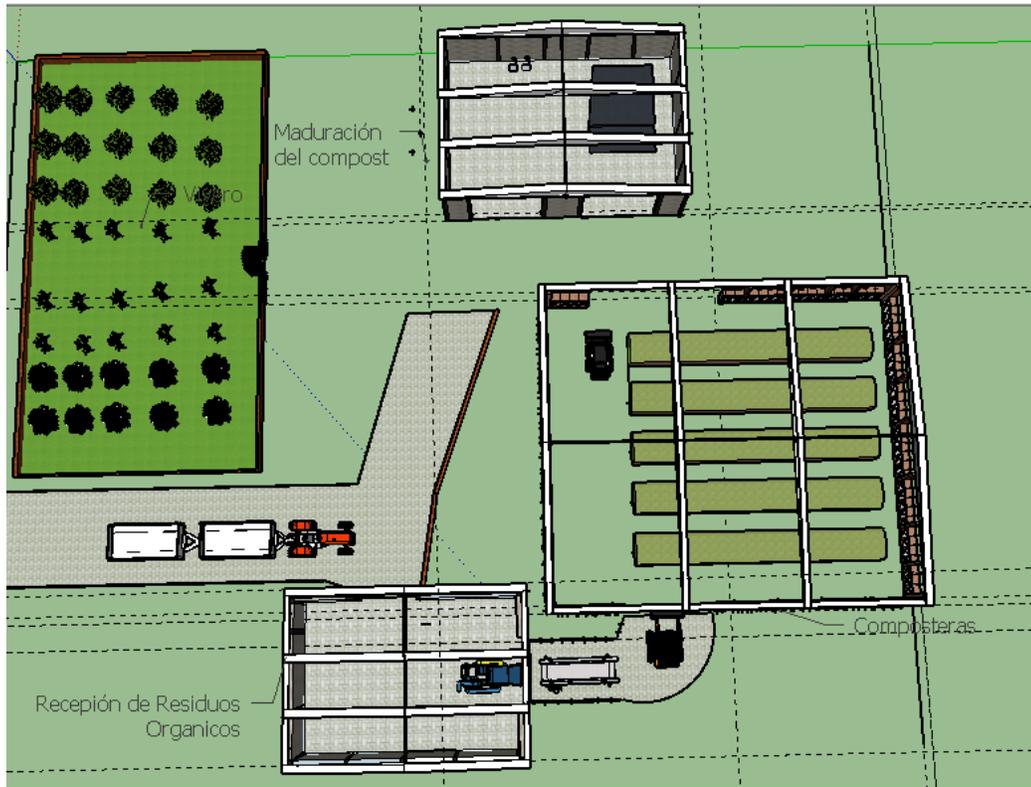


Imagen 36: Vista superior de la planta de compostaje.

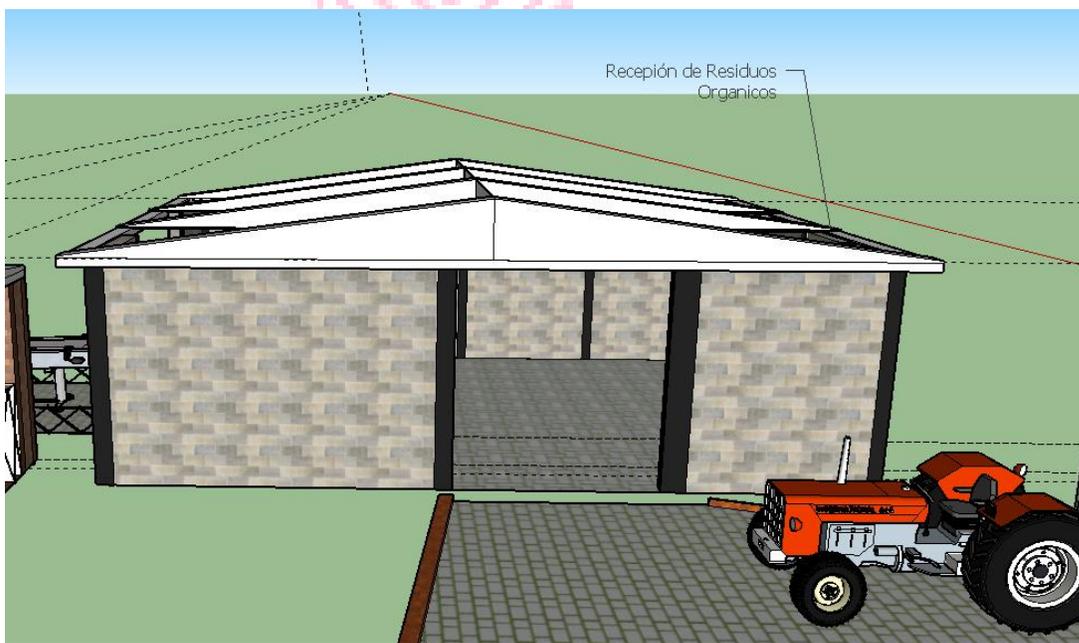


Imagen 37: Vista frontal del área de recepción y separación de residuos orgánicos.

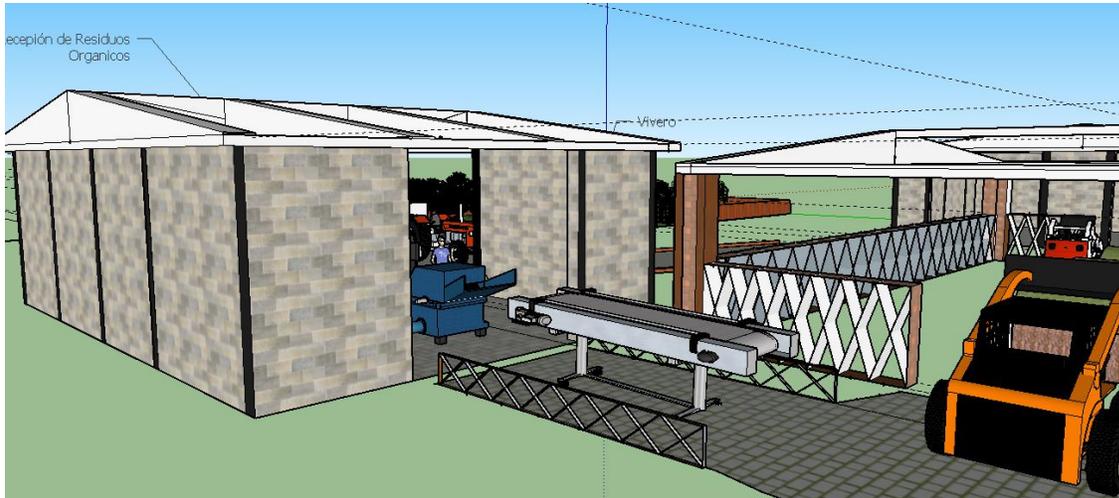


Imagen 38: Vista lateral del área de recepción y separación de residuos con la maquinaria requerida para el transporte de residuos.



Imagen 39: Vista lateral de la compostera.

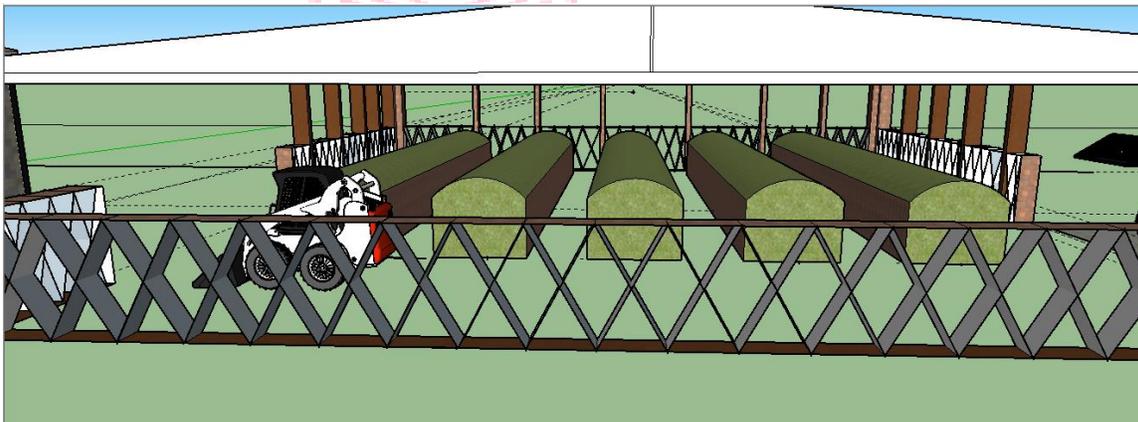


Imagen 40: Vista frontal de la zona de compostera con las 5 pilas propuestas.

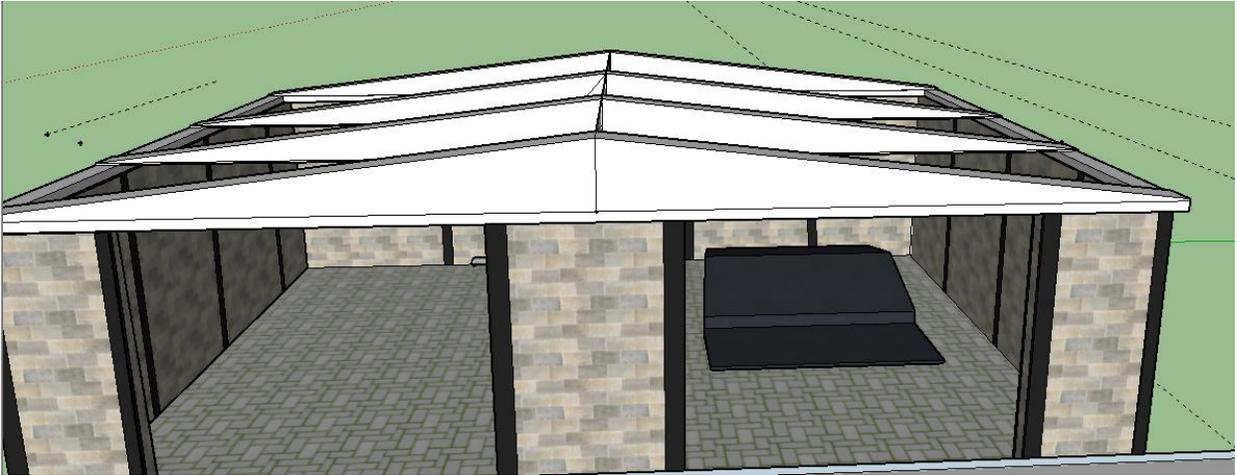


Imagen 41: Vista frontal del área de maduración y empaqueo del compost.



Imagen 42: Vista frontal del vivero.

ANEXO 5. IMÁGENES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE ESTRUCTURA CONSTRUCCIÓN COMPLETA

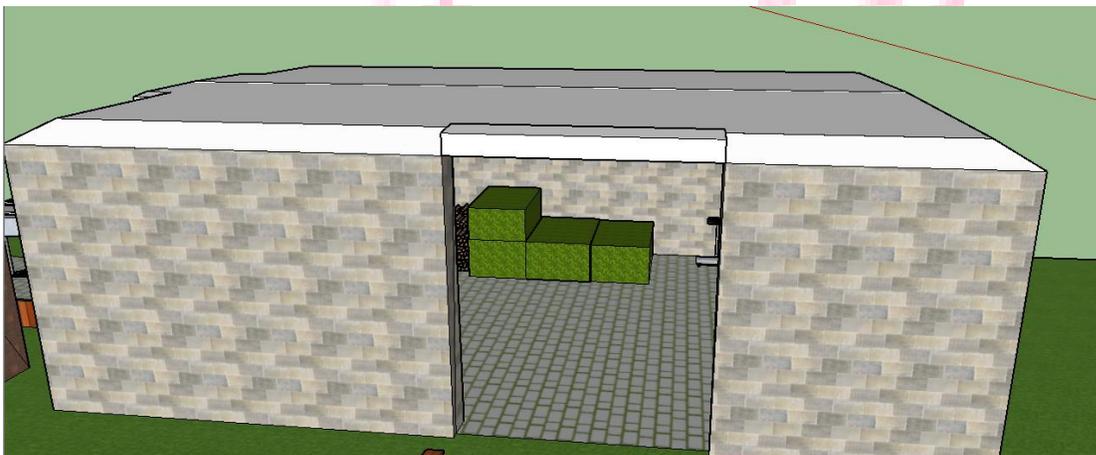


Imagen 43: Vista frontal del área de recepción de residuos terminada.

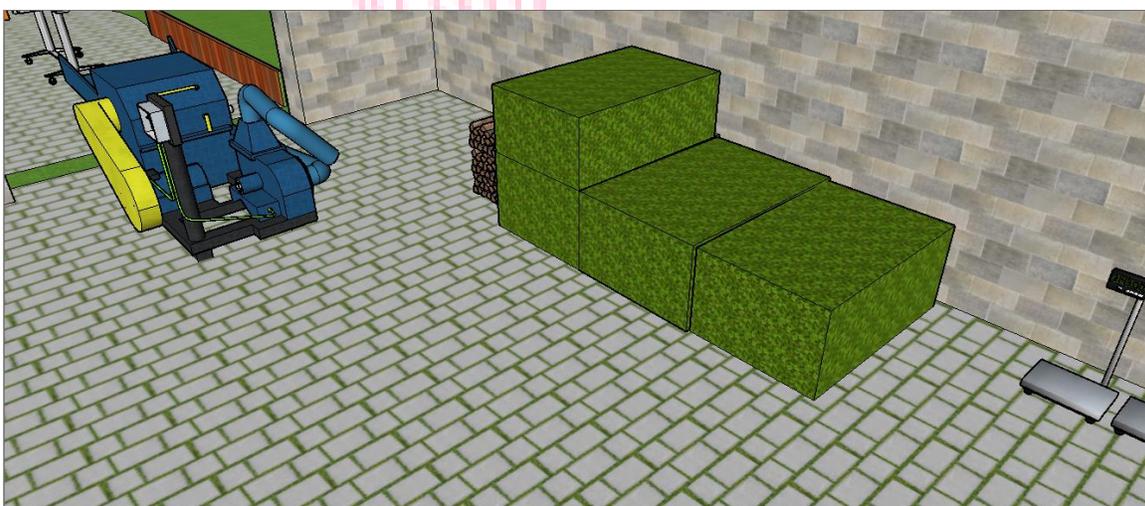


Imagen 44: Vista interna del área de recepción de residuos.

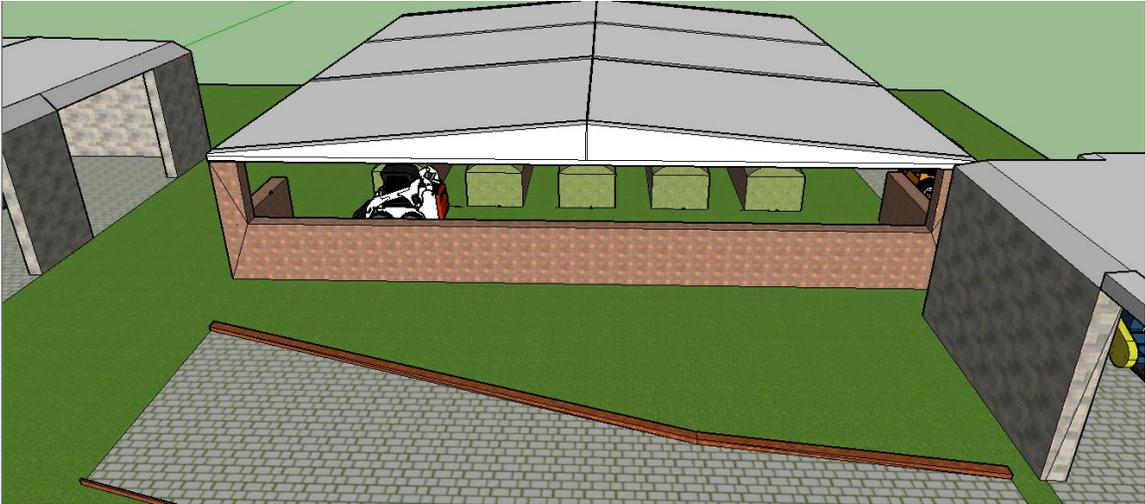


Imagen 45: Vista frontal del área de composteras cubierta.



Imagen 46: Vista frontal del área de maduración y empacado final.