



**Alternativa de compostaje sostenible con los residuos vegetales generados del  
mantenimiento en las áreas verdes del humedal la vaca.**

**Jennyfer Lizeth Casas Pérez**

Código: 11231623224

**Universidad Antonio Nariño**  
Programa Ingeniería Ambiental  
Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil  
Bogotá, Colombia

2021

**Alternativa de compostaje sostenible con los residuos vegetales generados del  
mantenimiento en las áreas verdes del humedal la vaca.**

**Jennyfer Lizeth Casas Pérez**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental**

**Directora: Vanessa Rodríguez Rueda**

**Línea de Investigación: Gestión ambiental**

**Universidad Antonio Nariño**  
Programa Ingeniería Ambiental  
Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil  
Bogotá, Colombia

2021

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_, Cumple con

los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

Bogotá, 8/ 11/ 2021.

*Esta tesis la dedico principalmente a Dios por siempre guiarme por el buen camino; también quiero dedicarla a mis padres quienes estuvieron a lo largo de toda mi carrera apoyándome y ayudándome para lograr este tan anhelado sueño y a una persona muy especial Leo Casas quien siempre me lleno de carisma y fuerzas para continuar y culminar mis estudios así como cada una de mis metas.*

## **Agradecimientos**

Principalmente se le hace un agradecimiento a la Secretaría de Ambiente de Bogotá por colaborar con el suministro de información para llevar a cabo este trabajo, también a las señoras Luisa Correa y Dora Villalobos quienes se desempeñan en el humedal como administradora y cuidadora del humedal la vaca, que me colaboraron en diferentes ámbitos para realizar esta tesis y por ultimo a la asesora y profesora Vanessa Rodríguez Rueda de la Universidad Antonio Nariño quien me colaboro y animo con cada uno de los procesos para culminar este trabajo de investigación.

## Tabla de contenido

1. Resumen .....	10
Abstract .....	11
2. Introducción.....	12
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos específicos .....	13
4. Justificación .....	14
5. Marco teórico.....	15
5.1 Los Humedales.....	15
5.1.1 Historia de los humedales .....	16
5.1.2 Tipos de Humedales .....	16
5.1.3 Funciones de los Humedales .....	17
5.1.4 Vegetación en los humedales.....	18
5.1.5 La convención Ramsar de humedales .....	19
5.1.6 Humedales de importancia internacional (sitios Ramsar).....	20
5.2 Los Residuos Vegetales .....	22
5.2.1 Clasificación de los residuos solidos.....	23
5.2.2 ¿Qué es el compostaje?.....	23
5.2.2.1 Sistemas de compostaje .....	24
5.2.2.1.1 Sistemas abiertos o en pilas .....	24
5.2.2.1.2 Sistemas cerrados o en recipientes.....	25
5.2.3 Factores determinantes para la elaboración de un compost.....	26
5.2.4 Análisis de factibilidad o viabilidad de un compost .....	27
5.3 ¿Qué es una propuesta de compostaje?.....	28
5.3.1 Tipos de estudios o métodos .....	28
6 Estado del arte .....	30
6.1 Compostaje en los Humedales Internacionales.....	30

6.2	Compostaje en humedales de Colombia .....	32
7	Metodología.....	36
8	Resultados y Discusión.....	38
8.1	El Humedal La Vaca.....	38
8.1.1	Usos del suelo .....	39
8.1.2	Características generales del Humedal La Vaca.....	40
8.1.3	Generación de residuos vegetales en el Humedal.....	42
8.1.4	Compostaje actual en el humedal .....	45
8.2	Alternativas de Compostaje .....	46
8.2.2	Viabilidad de las alternativas .....	47
8.2.2.1	Sistema Pila o Abierta.....	47
8.2.2.2	Sistema Cerrado.....	48
8.3	Formulación de la propuesta de compostaje.....	49
9	Conclusiones.....	53
10	Recomendaciones .....	54
11	Referencias Bibliográficas .....	55
12.	Anexos .....	60

## Listado de Tablas

Tabla 1 Tipos de Humedales .....	17
Tabla 2 Funciones de los humedales. ....	18
Tabla 3 Criterios de identificación .....	21
Tabla 4 Clasificación según generación en la fuente .....	23
Tabla 5 Tipos de estudios o métodos.....	29
Tabla 6 Humedales de Bogotá.....	33
Tabla 7 Variables en el Humedal la Vaca .....	42
Tabla 8 Datos de Residuos y compost producidos .....	43
Tabla 9 Lista de verificación del compost existente.....	46
Tabla 10 Alternativas de compostaje para el Humedal .....	46
Tabla 11 Material de construcción .....	51



## Tabla de Figuras

Figura 1 Tipos de vegetación en un humedal .....	19
Figura 2 Mapa de humedales en el mundo “Sitios Ramsar” .....	21
Figura 3 Compostera de pila o abierta.....	25
Figura 4 Composteras cerradas.....	26
Figura 5 Características para la elaboración de un compost .....	27
Figura 6 Etapas de análisis de factibilidad .....	27
Figura 7 Fases del proyecto .....	36
Figura 8 Ubicación Humedal La Vaca .....	38
Figura 9 Usos del suelo .....	39
Figura 10 Especies animales en el Humedal la Vaca .....	41
Figura 11 Especies vegetales del Humedal la Vaca .....	41
Figura 12 Residuos vegetales del mantenimiento .....	44
Figura 13 Diagrama de flujo de procesos de los residuos .....	44
Figura 14 Ocupación compost actual .....	45
Figura 15 Compostaje actual .....	45
Figura 16 Viabilidad sistema de pila .....	48
Figura 17 Viabilidad del sistema abierto .....	49
Figura 18 Tambor giratorio .....	50

## 1. Resumen

Este proyecto fue inspirado en la necesidad de compostar adecuadamente los residuos vegetales provenientes del mantenimiento del Humedal La Vaca, ubicado en la UPZ 80 denominada Cora bastos en la localidad de Kennedy. Este humedal actualmente realiza compostaje de manera muy artesanal impactando negativamente el medio con las actividades de proliferación de vectores en el área, uso de productos químicos para el control de olores entre otras.

El desarrollo de esta investigación inicio con un diagnóstico ambiental describiendo el estado actual del humedal, definiendo el tipo de vegetación y fauna que predominan, también la recolección y análisis de información de la cantidad de residuos vegetales resultantes del mantenimiento de meses anteriores o años pasados evaluando posibles ideas, teniendo en cuenta la viabilidad del lugar, técnica, administrativa y económica.

Por último se define la mejor alternativa de compostaje teniendo en cuenta un cuadro donde se exponen las ventajas y desventajas de cada técnica existente, así mismo una lista de revisión de pros y contras del compost existente, concluyendo posibles falencias que podrían tenerse en cuenta para la nueva técnica de compostaje que incluye un plan de manejo ambiental para la implementación relacionando un indicador de seguimiento y actividades a realizar, con el que se determinara si es necesario realizar o adicionar alguna otra actividad en el proceso.

Palabras Clave: Compostaje, Humedal, Residuos vegetales, Técnica, Ramsar.

## **Abstract**

This project was inspired by the need to adequately compost the plant residues from the maintenance of the La Vaca Wetland, located in UPZ 80 called Corabastos in the town of Kennedy. This wetland currently composts in a very traditional way, negatively impacting the environment with the proliferation of vectors in the area, the use of chemical products to control odors, among others.

The development of this research began with an environmental diagnosis describing the current state of the wetland, defining the type of vegetation and fauna that predominate, also the collection and analysis of information on the amount of plant residues resulting from the maintenance of previous months or years past evaluating possible ideas, taking into account the viability of the place, technical, administrative and economic.

Finally, the best composting alternative is defined taking into account a table where the advantages and disadvantages of each existing technique are exposed, as well as a checklist of pros and cons of the existing compost, concluding possible shortcomings that could be taken into account for the new composting technique that includes an environmental management plan for implementation relating a compliance indicator and activities to be carried out, with which it will be determined if it is necessary to carry out or add any other activity in the process.

**Keywords:** Composting, Wetland, Plant residues, Technique, Ramsar.

## 2. Introducción

En la actualidad surgen grandes problemas con la desmedida generación de residuos sólidos, desde el agotamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios que imponen la necesidad de buscar nuevas alternativas de reutilización de los residuos. Destacando los residuos vegetales que con un proceso netamente natural en 2 o 3 meses pueden devolver nutrientes o micronutrientes de vital importancia para el suelo, por esto es de consideración que las futuras generaciones conozcan estos procesos donde se reutilizan materiales que resultan ser materia prima para otros.

Los residuos vegetales pueden ser usados en diferentes procesos de reutilización, sin embargo uno de los más comunes es el Compostaje donde actúan distintos tipos de bacterias, encargadas de hacer la descomposición produciendo abono para el suelo, así mismo necesitan que se les acondicione algunos factores de supervivencia, como ambientes aerobios o anaerobios, control de temperatura y humedad entre otros.

Estos parámetros se tendrán en cuenta en este trabajo de investigación como parte de la metodología donde se pretende realizar actividades que nos lleven al cumplimiento de los objetivos propuestos, desde la elaboración del diagnóstico actual del humedal, recolección de información y análisis de la misma para determinar la mejor alternativa de compostaje sostenible que se le planteara al Humedal La Vaca promoviendo la sostenibilidad entre el eje social con la participación ciudadana y el eje económico disminuyendo u optimizando algunas actividades del proceso.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Proponer un nuevo método de compostaje sostenible en el humedal la vaca reutilizando los residuos vegetales resultantes del mantenimiento de las zonas verdes.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Diagnosticar la generación actual de residuos vegetales procedentes del mantenimiento de las zonas verdes.
2. Analizar la viabilidad de la implementación de un nuevo compost en el humedal la vaca comparándolo con el compost existente, a partir de la identificación de alternativas.
3. Formular una nueva propuesta de compostaje para el humedal la vaca.

#### **4. Justificación**

Mediante la aplicación de varios conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería ambiental se evidencia uno de los aprovechamientos que se le puede dar a los residuos vegetales contribuyendo en proyectos que nos beneficien como comunidad, esta propuesta pretende ayudar y optimizar trabajos que hoy en día realizan en el humedal con la técnica de compostaje artesanal que existe y obliga a requerir el acompañamiento de un experto o técnicos en el tema.

En el proyecto se tuvo en cuenta información suministrada por la Secretaría de Ambiente de Bogotá, investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, conocimientos adquiridos durante la formación, asesoramientos y charlas donde se escuchó al personal operativo del ecosistema quienes daban su opinión frente a los beneficios que tendría la propuesta de compostaje en el humedal ya que sería algo innovador y nuevo que puede retroalimentarse entre los niños y visitantes del ecosistema para instruir su conocimiento.

Del mismo modo este proyecto permite considerar una nueva alternativa de compostaje sostenible para el Humedal La Vaca impactando positivamente sobre los ecosistemas de la ciudad de Bogotá o del país, donde el principal objetivo es la reutilización de los residuos vegetales obteniendo nutrientes para el suelo y disminuyendo el volumen de residuos en los rellenos sanitarios, promoviendo la sostenibilidad entre el eje social con la participación ciudadana y el eje económico disminuyendo u optimizando algunas actividades del proceso logrando una labor más técnica.

## 5. Marco teórico

### 5.1 Los Humedales

Los humedales son lugares de gran importancia para el desarrollo de la fauna, flora aire y suelo de una región facilitando vivienda para aves migratorias, limpieza del aire y tratabilidad a cuerpos de agua cercanos, adicionalmente son de gran interés natural, social y económico para los seres humanos, como lo ratifica el Convenio Ramsar de protección de humedales.

En el artículo primero del protocolo se declara que los humedales son ecosistemas de vital importancia, definiéndolos como una zona húmeda, compuestos por cuerpos de agua estancadas o corrientes, que sean de régimen artificial o natural, dulces o saladas que no tengan más de seis metros de profundidad (Ramsar, 1971).

Estos lugares son establecidos como áreas protegidas debido a su importancia para la biodiversidad que albergan sea fauna o flora, los cuales pueden estar en proceso de extinción debido a las actividades humanas que se desarrollan cerca a estos lugares o el no reconocimiento de estos ecosistemas, influyendo negativamente sobre el medio ambiente.

Los Humedales albergan millones de m<sup>3</sup> de agua representada en 48.473 cuerpos de agua distribuidos en los departamentos de Cundinamarca, Córdoba y Casanare; permitiendo la acumulación de aguas de diferentes procedencias de manera temporal o permanente, algunos de los humedales colombianos ya están en proceso de destrucción siendo mucho más notoria en el occidente del país por diferentes actividades de alto riesgo como ganadería, urbanización entre otras (Instituto Humboldt, 2021).

Muchos de los cuerpos de agua que se tiene en el país o el mundo alimentan ecosistemas de gran importancia ambiental como los Humedales sin embargo muchos también son alimentados por aguas lluvia o aguas de escorrentía que provienen de paramos donde aún no se evidencian actividades humanas.

### 5.1.1 Historia de los humedales

A partir de la revisión bibliográfica, las primeras plantas de humedales fueron encontradas hace aproximadamente 485 millones de años, cuando se localizaron algunas plantas terrestres que necesitaban tierra húmeda, así como algunos animales que se alimentaban de ellas; a partir de la era de glaciación más o menos hace 2,6 millones de años evolucionaron miles de paisajes que formaron los humedales de la actualidad (Crandell, 2021).

Los humedales han jugado un papel importante en la historia de la humanidad desde épocas antiguas eran utilizados como lugares para cultivos en distintas partes del mundo, donde cierto alimentos necesitan gran cantidad de agua o cambiaban sus características iniciales con el fin de poder tener un lugar para la agricultura, esto se llevó acabo en épocas de desarrollo de las civilizaciones mayas o prehispanicas con el fin de sustentar las poblaciones existentes.

Con el pasar del tiempo fueron evolucionando otras civilizaciones que continuaban realizando actividades que impactaban negativamente los ecosistemas, a partir de su reconocimiento de interés ambiental se fueron realizando normas o convenciones para establecer un control frente a la interacción e los seres humanos y la naturaleza, un ejemplo es la convención Ramsar que internacionalmente busca proteger los ecosistemas de gran importancia ambiental para el planeta.

### 5.1.2 Tipos de Humedales

A nivel internacional los humedales se clasifican en diferentes tipos, teniendo en cuenta la localización de los mismos debido a que las condiciones son totalmente distintas en cada área donde se encuentran ubicados como se muestra en *Tabla 1* enfatizando en los Artificiales, los cuales son muy utilizados para criar y vender peces (Ramsar, 2010).



**Tabla 1 Tipos de Humedales**

<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Marinos</b>	En estos se pueden encontrar humedales y lagunas costeros, inclusive arrecifes de coral.
<b>Estuarios</b>	Territorios invadidos por el agua marina y manglares.
<b>Lacustres</b>	Depósitos naturales de agua con poca profundidad.
<b>Ribereños</b>	Humedales cercanos al cauce de un río y arroyo.
<b>Palustres</b>	Alojan grandes cantidades de agua y vegetación como pantanos y ciénagas.
<b>Artificiales</b>	Estanques elaborados por el ser humano para la cría de peces y la bebida de animales.

Modificado a partir de: <https://creho.org/> (Ramsar, 2010)

La ubicación de los humedales de importancia Ramsar son en su mayoría desconocidas para muchas personas, quienes sin darse cuenta o haciendo caso omiso de acuerdos o leyes toman estas áreas para hacer procesos como construcción, agricultura entre otras, que impactan negativamente el terrero y la biodiversidad que allí se encuentra; en el caso de Colombia contamos con varios ecosistemas de humedales como lo afirma el instituto Humboldt “Cuenta con más de 80 tipos de ecosistemas de humedal como manglares, llanuras de inundación, ciénagas, lagunas de alta montaña, turberas y glaciares”(Instituto Humboldt,2014,p1).

### **5.1.3 Funciones de los Humedales**

Los humedales esta catalogados como lugares estratégicos de importancia ecológica, ya que dentro de sus grandes funciones se destaca la gran variedad de bienes y servicios eco sistémicos esenciales que pueden garantizar a las comunidades aledañas a estos, algunas de ellas se describen en la **Tabla 2** resaltando la importancia frente al Control de inundaciones de lugares cercanos a ríos o cauces.

**Tabla 2 Funciones de los humedales.**

<b>Servicio Eco sistémico</b>	<b>Características</b>
<b>Control inundaciones</b>	Los humedales ofrecen depósitos naturales de recogida de agua en las crecidas de ríos o cauces cercanos (Min ambiente, 2021).
<b>Reposición aguas subterráneas</b>	La gran mayoría de humedales se encuentran sobre el nivel freático lo que favorece la regulación del nivel hídrico de los acuíferos que este en épocas de escases (Yepes, 2015).
<b>Reservorio de biodiversidad</b>	Los humedales son grandes superficies y es posible albergar grandes cantidades de fauna y flora debido a que poseen cuerpos de agua y grandes áreas terrestres (CAR, 2011).
<b>Retención y exportación de sedimentos y nutrientes</b>	La vegetación existente en un humedal debe actuar como filtro retirando los nutrientes del agua y del suelo, dejándolos en sus estructuras hasta que lo liberan nuevamente a la atmosfera. (Lescano, 2016).

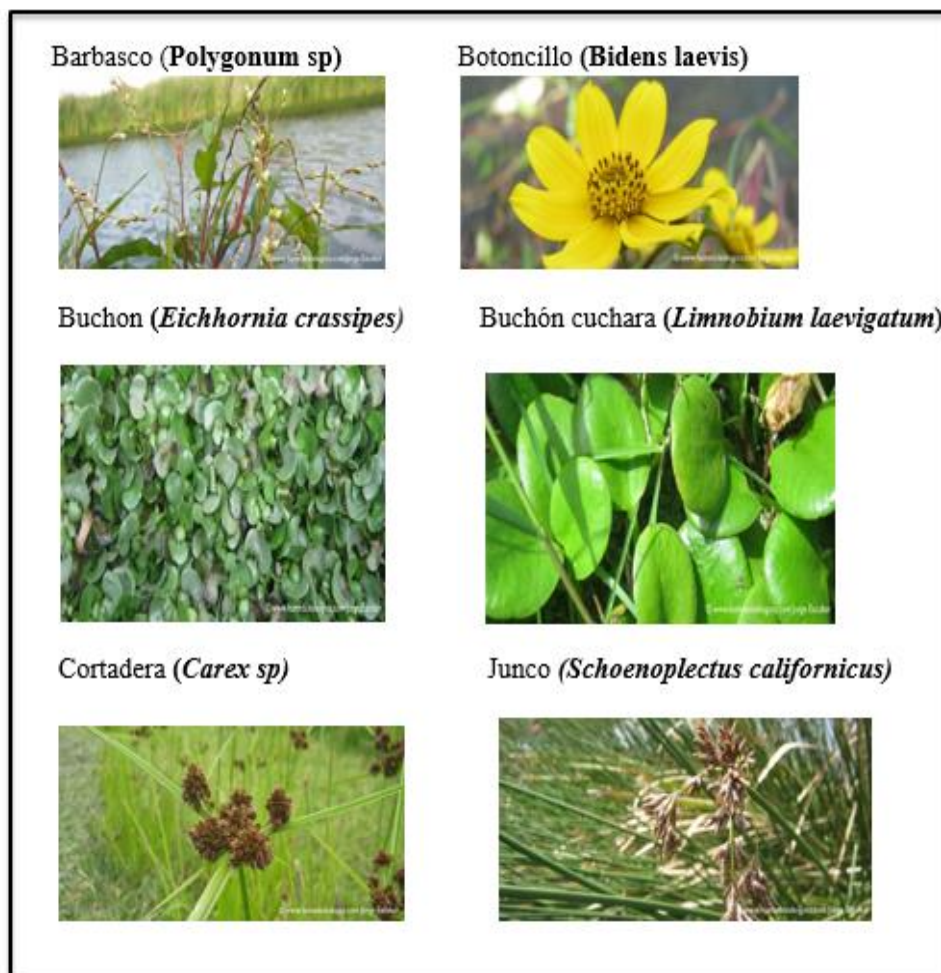
*Descripción: funciones de los humedales de acuerdo al servicio eco sistémico.*

Estos ecosistemas con el pasar de los años se han visto afectados y algunos de ellos han desaparecido a causa de las actividades humanas alterando sus principales características, causando así afectaciones irreversibles en la fauna y flora presentes en ellos, según “El Grupo de Examen Científico y Técnico de la Convención Ramsar (informe de la COP12) se calcula que el 64% de los humedales del mundo ha desaparecido desde 1900” (Min ambiente, 2016, p1).

#### **5.1.4 Vegetación en los humedales**

En cada uno de los humedales encontramos distintos tipos de vegetación debido a algunas características físicas del suelo como la estructura, textura, porosidad, permeabilidad y otras características del lugar como altitud, viento, temperatura, humedad entre otras; que afectan directamente los diferentes tipos de tipos de vegetación algunas se muestra en **Figura 1** destacando el Junco que sobresale en la mayoría de los humedales y pertenece a los residuos vegetales de la franja terrestre. (EAAB-ESP, 2009).

**Figura 1 Tipos de vegetación en un humedal**



Modificado a partir de: <https://humedalesbogota.com/> (Escobar, 2012)

### 5.1.5 La convención Ramsar de humedales

La pérdida de varios ecosistemas como los Humedales que son de vital importancia tanto para el ambiente como para los seres vivos ha impulsado la generación de normas o acuerdos internacionales donde se reconozcan y protejan estos lugares tan necesarios para el futuro, Según estudios de la ONU “Entre 1970 y 2015 se perdió aproximadamente el 35 % de los humedales del mundo, y la tasa de pérdida se está acelerando anualmente desde el año 2000” (ONU, 2018, p1).

La convención Ramsar se desarrolló por primera vez en Irán, dando a reconocer la importancia de los humedales en todo el mundo. Este tratado se logró en 1960 entre varios países del mundo y organizaciones no gubernamentales que se percataron de los terribles impactos negativos que la degradación de los humedales estaba originando, legalizándose en 1972 y entrando en vigencia en 1975 (Ramsar, 2014).

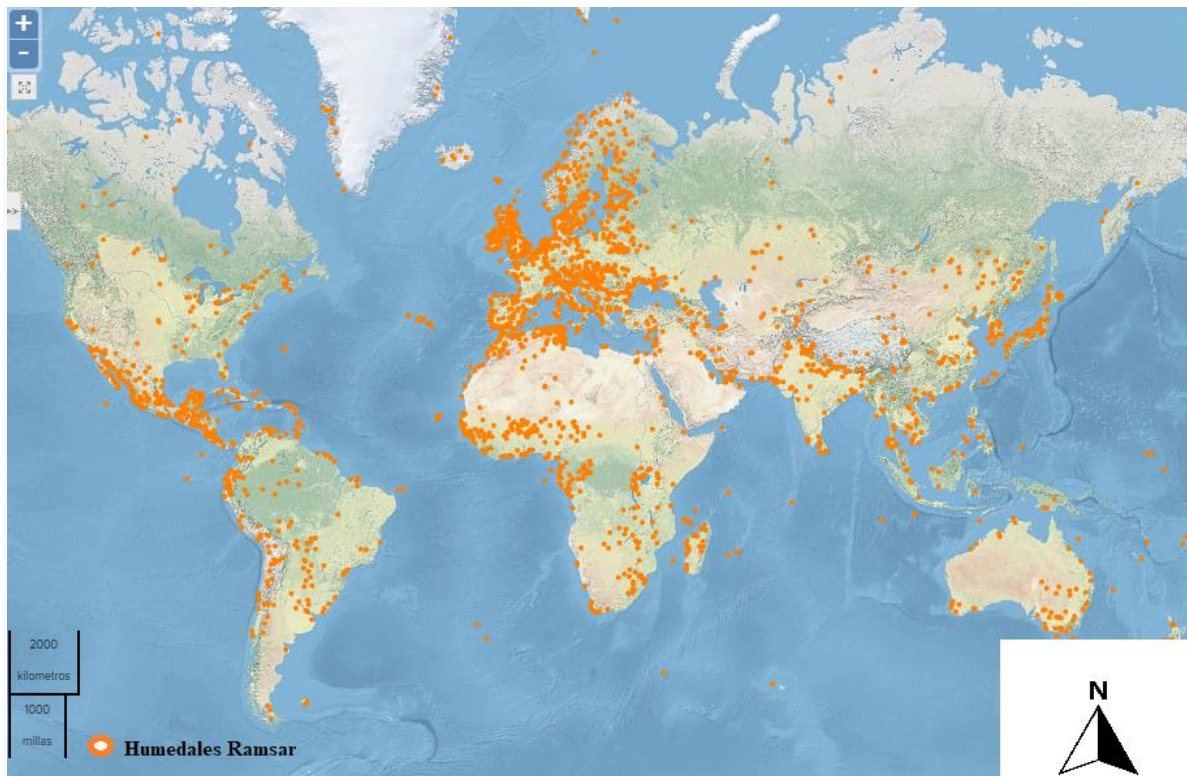
Este es uno de los varios convenios, acuerdos o normas que contribuyen al cuidado de los ecosistemas como los humedales, aunque esto sigue siendo un gran reto para muchos países del mundo con el paso del tiempo se ven preocupados por los impactos que se generan por el inadecuado uso de los mismos.

#### **5.1.6 Humedales de importancia internacional (sitios Ramsar)**

Es de vital importancia para la preservación de un humedal su distinción o reconocimiento como sitio Ramsar ya que lo acredita como un lugar de especial interés internacional y nacional protegiéndolos frente a cualquier actividad diferente a la establecida, como lo menciona Ramsar “En la actualidad hay más de 2.400 sitios Ramsar en todo el mundo que abarcan más de 2,5 millones de kilómetros cuadrados, una superficie mayor que México” (Ramsar, 2014,p1).

Algunos Humedales a nivel internacional o nacional han sido nombrados como sitios Ramsar obligando a sus comunidades aledañas a tener cuidados especiales en estos ecosistemas e instruyéndolos en el cuidado y preservación de estas áreas; destacando la afirmación de Carrión & Larios “Entre los países con mayor número de humedales en la lista se destaca México con (142 sitios), Reino Unido con (170) y Bolivia siendo el país con mayor superficie de humedales protegidos por la convención con un total de 148,000km<sup>2</sup>” (Carrión & Larios, 2018). Como se observa en la **Figura 2**.

**Figura 2 Mapa de humedales en el mundo “Sitios Ramsar”**



Tomado de: <https://rsis.ramsar.org/> (Ramsar, 2021).

Para que un humedal sea designado como lugar Ramsar y sea protegido por uno de los acuerdos más importantes del mundo, es de vital importancia evaluar que el lugar cumpla con estos criterios que este acuerdo exige **Tabla 3**, destacando el Criterio 2 donde exponen que un humedal es considerado con importancia internacional si sus especies están en vulnerabilidad o peligro de extinción.

**Tabla 3 Criterios de identificación**

Grupo	Criterio	Descripción
<b>Grupo A</b>	Criterio 1	Si un humedal es de tipo natural o casi natural deberá ser tenido en cuenta para tener importancia internacional.
	Criterio 2	Un humedal será tenido en cuenta con importancia internacional si tiene especies vulnerables o en peligro de extinción.

<b>Grupo B</b>	Criterio 3	Si el humedal tiene especies animales y vegetales catalogadas como importantes para mantener la diversidad de una región específica será tenido en cuenta como lugar de importancia internacional.
	Criterio 4	Si el humedal ofrece refugio a especies vegetales y animales en situaciones críticas será tenido en cuenta para lugar internacionalmente reconocido.

Modificado de: <https://www.ramsar.org/>. (Ramsar, 1971)

## 5.2 Los Residuos Vegetales

La mayoría de residuos que los seres humanos generan con sus actividades cotidianas no se les otorga una segunda utilidad, quizás por la escasa información alrededor del tema o porque no se formulan normas o leyes que atribuyan la reutilización favoreciendo la disminución del volumen de basuras que llegan a los rellenos sanitarios.

Un residuo es una sustancia u objeto en estado sólido o semisólido resultado del uso o consumo de actividades de servicios, domésticas, institucionales o alguna actividad humana y luego es desechado sin darle ningún aprovechamiento (SIAC, 2021).

Muchas personas o empresas por desconocimiento de normas o de información son grandes generadores de residuos, desconociendo que reutilizándolos en otras actividades puede generar grandes cambios positivos sobre el medio ambiente y sobre ellos mismos.

Los residuos vegetales se pueden encontrar en espacios verdes como los parques urbanos o humedales de la ciudad entre otros, son materiales orgánicos que generan los mismos árboles o plantas cuando cambian sus hojas o cuando se deben podar e incluso cuando se debe cortar algún tronco desde trozos de madera, ramas, hojas, hasta césped y flores (Receco, 2018).

En los humedales se tienen residuos provenientes del control de especies invasoras que son introducidas intencionalmente o accidentalmente fuera de su ámbito natural causando daños en las especies nativas del lugar como es el caso del pasto kikuyo, que también pueden catalogarse como material vegetal.

### 5.2.1 Clasificación de los residuos solidos

Los residuos sólidos cumplen con determinadas características para su adecuada clasificación, existen varias maneras sin embargo es más común la clasificación según su generación en la fuente, como se muestra en **Tabla 4** resaltando la generación de residuos sólidos provenientes del barrido estos podrían aportar residuos vegetales.

**Tabla 4 Clasificación según generación en la fuente**

Fuente generación	Descripción
<b>Provenientes del barrido de las calles</b>	Como su nombre lo dice son residuos provenientes del barrido, en estos obtenemos papeles, hasta residuos de comida.
<b>Residuos orgánicos de instituciones</b>	Provenientes de instituciones gubernamentales donde también encontramos desde residuos de papal higiénico hasta de comida.
<b>Residuos orgánicos de mercados</b>	Residuos de las plazas de mercado.
<b>Residuos orgánicos de hogares</b>	Residuos de los hogares donde se encuentran varios tipos.

Modificado a partir de: <http://tesis.udea.edu.co/> (Jaramillo & Zapata, 2008)

### 5.2.2 ¿Qué es el compostaje?

Compostar es una técnica de reutilización de residuos orgánicos y vegetales, el principal objetivo de esta técnica es proporcionar una segunda utilidad a lo que otros desechan como basura y genera mayor volumen de residuos en los rellenos sanitarios y a su vez grandes cantidades de lixiviados.

El compostaje es un proceso donde los principales autores son bacterias aerobias, identificándose, así como un proceso netamente aerobio, que, bajo diferentes condiciones controladas como temperatura, humedad, aireación, entre otras transforma los residuos orgánicos desechados en productos que pueden ser utilizados como abono para tierras erosionadas o cultivos con pocos nutrientes (Negro et al., 2000).

El producto de esta técnica tan sustancial suele ser de gran importancia para muchos suelos que han sido explotados, que pierden sus nutrientes y características principales, regenerándolos y regalándoles nuevamente nutrientes que pueden contribuir a una recuperación de terreno.

#### **5.2.2.1 Sistemas de compostaje**

Los sistemas de compostaje son procedimientos que se diferencian el uno del otro en la forma como se realiza el proceso, sin embargo, el producto de todas es el mismo, estos “Tienen como finalidad facilitar el control y la optimización de parámetros operacionales, para obtener un producto final con la suficiente calidad, tanto desde el punto de vista sanitario como de su valor fertilizante” (Negro et al., 2000, p12).

Para llevar a cabo una la técnica de compostaje es importante conocer cuales existen actualmente, sus principales características y como es el diseño técnico de cada una de ellas:

##### **5.2.2.1.1 Sistemas abiertos o en pilas**

Estos métodos son realizados al aire libre (a la intemperie) en lugares donde los olores o vectores no afecten una comunidad aledaña al lugar donde se realice este compost, destacando la idea de Román, Martínez y Pantoja donde ellos especifican “Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos (1 m<sup>3</sup>o superior), se puede llevar a cabo este tipo de compostaje” (Román, Martínez y Pantoja, 2013.p47).

Sin embargo, se deben realizar una serie de estudios donde se midan parámetros técnicos que nos lleven a entender y explicar por qué se escogió o es más factible llevar acabo esta técnica, al ser un sistema abierto muchos factores podrían afectar el



comportamiento del compost ya que si no se cuenta con una estructura ampliamente organizada el proceso y el resultado podrían verse notoriamente afectados.

Como ejemplo tenemos, las dimensiones del sistema que varían de acuerdo al material a ser procesado y el procedimiento que se pretende hacer para preservar el oxígeno en el sistema, la forma de la pila se sugiere sea en triángulo truncado o trapezoidal una técnica que nos ayuda a disminuir el espacio que se requiere. (Docampo, 2013).

### **Figura 3 Compostera de pila o abierta**



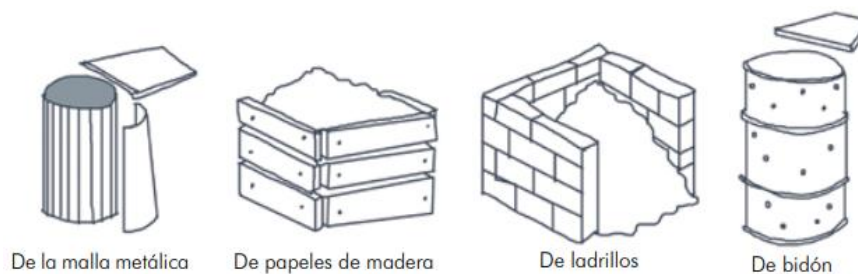
Tomado por el autor en el Humedal la vaca

#### **5.2.2.1.2 Sistemas cerrados o en recipientes**

Las técnicas de sistemas cerrados como su nombre lo indica es un recipiente cerrado donde se hace el sistema de compostaje, el cual ayuda a no almacenar agua en el compost protegiéndolo de otros factores como viento, sol, vectores y además ayudando en el proceso de mantenimiento del mismo ya que hace mucho más fácil el volteo del mismo. (Román, Martínez y Pantoja ,2013).

En esta técnica es de vital importancia ya que facilita notoriamente la medición de parámetros necesarios para hacer un adecuado compostaje ya que por estar en un recipiente cerrado la temperatura puede subir y otros parámetros verse afectados sin embargo es mucho menos propenso a tener cambios bruscos en algunos parámetros como lo son humedad entre otros (Tortosa, 2015).

**Figura 4 Composteras cerradas.**



Tomado de: <http://www.fao.org/> (Román, Martínez y Pantoja ,2013)

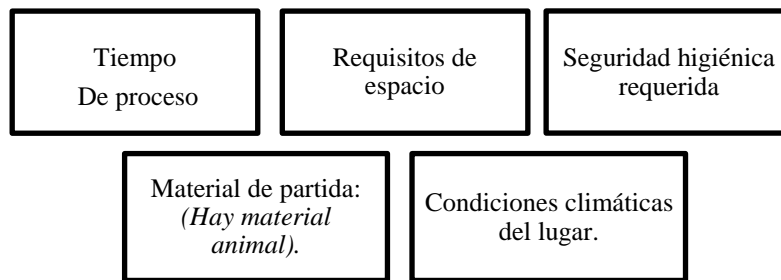
### 5.2.3 Factores determinantes para la elaboración de un compost

Para establecer la utilización de cualquier técnica de compostaje, son de vital importancia las características geográficas del terreno, permitiendo identificar posibles problemas en la construcción del proyecto, como volcamiento en el compostaje entre otros, igualmente el estudio de suelos del área donde se pretende hacer el compost, para definir el tipo de suelo y sus características de permeabilidad, tamaño de partícula, entre otros.

Determinando si se puede afectar el suelo y definiendo los posibles impactos que generaría en el lugar y sus alrededores, y no menos importante estudios de las variables climatológicas las cuales inciden notablemente en el proceso de la elaboración del compostaje y en la etapa de productividad del mismo.

Los factores claves que se deben tener en cuenta cuando se quiere establecer una adecuada técnica de compostaje se mencionan en la .

**Figura 5.**

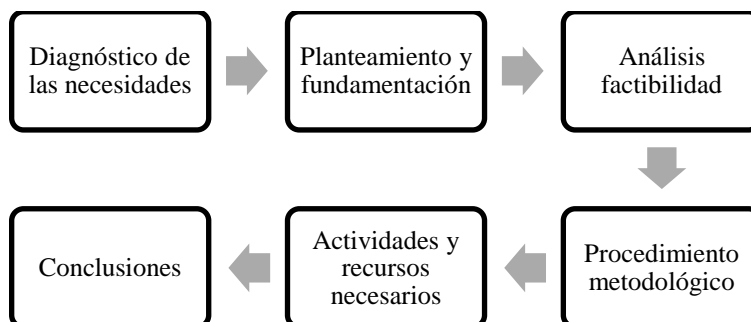
**Figura 5 Características para la elaboración de un compost**

Modificado a partir de (Román, Martínez & Pantoja, 2013)

#### 5.2.4 Análisis de factibilidad o viabilidad de un compost

Para llevar a cabo un proyecto es necesario que cumpla con ciertos parámetros que definen su viabilidad en una empresa o lugar, puntualizando si es factible invertir y si esto generara más impactos positivos que negativos, enfatizando en la idea de Moya que dice “El análisis de viabilidad se refiere a la posibilidad real de ejecución de la propuesta, en términos del grado de disponibilidad de recursos humanos, infraestructura, económicos, materiales, equipos y otros, necesarios para su funcionamiento” (Moya, 2002, p15).

El análisis de la factibilidad de un proyecto conlleva la realización de varias etapas que depende del tipo de proyecto que se requiere analizar, ya que de acuerdo a esto se podría definir los pasos o etapas que debe llevar este proyecto antes de hacerlo viable o no; como se muestra en la **Figura 6** según el área u objetivo se podrá definir las etapas del análisis de viabilidad.

**Figura 6 Etapas de análisis de factibilidad**

Modificado a partir de: <http://revistas.upel.edu.ve/> Moya, R. D. (2014).

### 5.3 ¿Qué es una propuesta de compostaje?

En este proyecto de investigación se hará una propuesta donde se especifique cual es el problema al cual se le dará solución; como lo menciona Palmaramos “Una propuesta es un documento en el que se describe un proyecto de trabajo a realizar en un área o sector de interés; y que se elabora para solicitar aprobación, apoyo institucional y/o financiero para su ejecución” (Palmaramos, 2012, p5).

Para llevar a cabo una propuesta se debe tener en cuenta los datos que se recogen para así poder plantear la propuesta más acorde al problema que se tiene en el lugar o territorio, también analizando el potencial de impacto tanto positivos como negativos que se tendrán con la implementación de este proyecto y como conclusión y no menos importante se evalúa la relación costo beneficio de la propuesta (Coaguila, 2017).

#### 5.3.1 Tipos de estudios o métodos

Dependiendo del tema que se desee desarrollar en algún proyecto se pueden definir los diferentes tipos de estudios sin embargo de manera muy general los tipos de estudios se especifican de tal manera que algunos se centran especialmente en el análisis de manera compleja, o de manera explicativa, como lo expresa Hidalgo “Según el nivel de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) al que se espera llegar, se debe formular el tipo de estudio, de acuerdo al tipo de información que espera obtener, así como el nivel de análisis que deberá realizar” (Hidalgo, 2005, p1).

Concluyendo los estudios se llevan cabo en diferentes líneas de investigación o proyectos que se deseen realizar para esto se debe tener muy claro lo que se pretende hacer para así definir qué tipo de estudios o métodos se puede usar y que lo hace distinto a los demás como se muestra en la **Tabla 5**, destacando el método descriptivo el cual como su nombre lo indica describe el hecho o los fenómenos según el tema.

**Tabla 5 Tipos de estudios o métodos**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
<b>Método histórico-estructural</b>	Se tiene en cuenta el desarrollo de las estructuras económicas, sociales y políticas.
<b>Método sociológico</b>	Su enfoque es el hecho social, físico o natural en función del contexto social del lugar.
<b>Método estadístico</b>	Hace el énfasis en el análisis cuantitativo de los datos y la correlación entre ellos.
<b>Método descriptivo</b>	Se diferencia de los otros por la narración, descripción de los hechos sin hacer la explicación de estos.
<b>Método experimental</b>	Consiste en la elaboración de un diseño para observar el objetivo propuesto, siendo provocado bajo condiciones del investigador.
<b>Combinación de los anteriores</b>	En muchos proyectos estos métodos no se usan de manera individual, sino que suelen entremezclarse.

Modificado a partir de: <https://nodo.ugto.mx/> (Hidalgo, 2005).

## 6 Estado del arte

### 6.1 Compostaje en los Humedales Internacionales

Frente al compostaje en los humedales internacionalmente se destacan las actividades desarrolladas en América del sur Lima, Perú destacando el estudio desarrollado por (Márquez, 2019) en donde:

Inicialmente se evalúa la calidad del compost en comparación con las normas NCh 2880, NTC 5167 y la OMS, realizando el proceso con cada una de las especies acuáticas (Lechuga de agua y Jacinto de agua) y observando el comportamiento en el desarrollo del rábano, dando un resultado a la invasión y conservación de la misma.

El trabajo fue realizado en campo de manera experimental al azar con cuatro métodos y tres réplicas, el material inicial fue Jacinto de agua y lechuga de agua con y sin melaza. Concluyendo que la técnica de Jacinto de agua para los dos tipos, no cumplen con la norma NCh 2880 y NTC 5167 de Perú, pero con la normativa de la OMS si cumple satisfactoriamente siendo la técnica de Jacinto de agua con melaza la que cumple los parámetros de abono y repercutió en la escala del rábano. (Márquez, 2019, p16).

En esta misma ciudad se destaca otra “propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores” un estudio desarrollado por (Cabrera & Rossi, 2016) donde:

La finalidad de la investigación fue proponer la construcción de una técnica de compostaje con los residuos vegetales procedentes de las de áreas verdes. El objetivo era dar una “Reutilización de manera sustentable a los residuos orgánicos de la poda, disminuyendo el volumen en los vertederos de la ciudad de Lima.

La investigación se realizó el mes de agosto del 2012 en la Universidad Nacional Agraria la Molina realizando un análisis fisicoquímico y microbiológico del producto acorde a los

requerimientos del distrito evaluando el rendimiento de la gestión. Concluyendo que la técnica podría ser catalogada en la clase B según las normas chilenas (NCh 2880.Of2004) demostrando la viabilidad tecno económica del proceso, disminuyendo los residuos en los rellenos sanitarios” (Cabrera & Rossi, 2016, p9).

También se encontró un estudio en Estados Unidos exactamente en Charlotte, Carolina del Norte donde “Las enmiendas orgánicas mejoran las condiciones del suelo y la desnitrificación en un humedal ribereño restaurado” desarrollado por (Sutton, Ho & Richardson ,2009) donde el objetivo del estudio es:

Examinar como la adición de distintas cantidades de abono puede afectar las características de un suelo restaurado afectando el desarrollo de las propiedades del suelo, las comunidades microbianas y el crecimiento y la diversidad de las plantas, este monitorio se llevó a cabo durante un lapso de 3 años.

Al tener un aumento en MO sobre el suelo diferentes elementos también aumentaron como el F y N, también la actividad microbiana del suelo respondió satisfactoriamente aumentando la biomasa y la actividad microbiana, concluyendo que las enmiendas de compost son de gran ayuda para mejorar las propiedades del suelo, desarrollándose más el ciclo de los nutrientes, fortaleciendo las actividades microbianas y algunas actividades necesarias en los ecosistemas. (Sutton, Ho & Richardson ,2009).

Por último, se relaciona un proyecto en Everett Washington donde el principal objetivo era la “Recuperación de humedales: Proyecto Clean Washington Center” el cual fue patrocinado por el Clean Washington Center (EPA, 1997) donde se:

Probaron dos tipos de compost en humedales deteriorados por acciones antrópicas como la erosión, las inundaciones y la tala el objetivo es reparar estos sitios con la infraestructura, el humus y los nutrientes faltantes que las plantas necesitan para restablecerse esto lo proporciona el proceso de compostaje.

El sitio de estudios eran dos grandes humedales donde la cantidad de materia orgánica ha disminuido, causando inundaciones, empeorando la calidad del agua subterránea y la disminución en la diversidad de la vida silvestre, allí se depositó abono de residuos de jardín y un abono de biosólidos, adicionalmente también se depositaron especies de plantas autóctonas de los humedales, monitoreando el crecimiento de las mismas cada semestre hasta el año 1996.

Los resultados que se obtuvieron fueron casi igual como si el suelo tuviera los sustratos Naturales, las plantas crecieron un 20% más, concluyendo que el compost puede ayudar a revegetar hábitats áridos, proporcionando el sustento necesario para las poblaciones de vida silvestre nativa, facilitando el crecimiento de las plantas nativas, lo que proporciona alimento a las poblaciones de animales nativos y en peligro de extinción (EPA, 1997).

## **6.2 Compostaje en humedales de Colombia**

En la ciudad de Bogotá los humedales y las funciones que nos brindan son totalmente desconocidas por los habitantes y algunos turistas, esto debido a la poca educación ambiental que se tiene en el país desde épocas muy atrás, llevándonos al daño total de estos importantes ecosistemas como lo afirma Tarazona “En los últimos 50 años en la sabana de Bogotá han desaparecido cerca de 59.000 hectáreas de humedales, dejando menos del 2% de su extensión original” (Tarazona, 2016, p2).

Actualmente en los humedales de la capital se lleva a cabo el mantenimiento de las zonas verdes que consiste en el corte o poda de algunas especies vegetales terrestres que se secan o sobre pasan los límites de crecimiento y “en vez de disponerlos en bolsas para que se los lleve un operador de aseo, los despojos vegetales se trasladan a los puntos de acopio” (Min ambiente, 2021, p1).

Para después realizar la debida separación y evidenciar cuales son los residuos que sirven como materia prima para el proceso de compostaje, esto se puede llevar a cabo en humedales,



parques o incluso en las mismas casas con residuos orgánicos dándole un segundo aprovechamiento a estos residuos.

De acuerdo con varias revisiones de los Planes de Manejo ambiental de los diferentes humedales de la ciudad de Bogotá se realizó la siguiente **Tabla 6** donde se revisa la producción de compostaje con los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las zonas verdes de los humedales.

**Tabla 6 Humedales de Bogotá.**

<b>Nombre</b>	<b>Ubicación “Localidad”</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Compostaje</b>
<b>PMA Torca (EAAB &amp; Unal,2015)</b>	Usaquén	Control, manejo de vegetación invasora acuática y terrestre	Se realiza compost vegetal y orgánico.
<b>PMA Juan amarillo (EAAB &amp; CI,2010)</b>	Suba-Engativá	Jornadas de limpieza acuática y terrestre.	Se realiza dos compost vegetales.
<b>PMA La Conejera (EAAB &amp; FHLC,2010)</b>	Suba	Control y manejo de vegetación invasora acuática y terrestre.	Se realiza compost vegetal y orgánico.
<b>PMA Santa María del lago (SDA,2010)</b>	Engativá	En el terreno y cuerpos de agua	Se realiza poco volumen.
<b>PMA La Vaca (EAAB &amp; Universidad Javeriana,2009)</b>	Kennedy	En la estructura y funcionalidad del humedal.	Se Realiza compost vegetal y orgánico.
<b>PMA Tibanica (EAAB ,2019)</b>	Bosa	En las macrófitas emergentes.	Se Realiza poco compostaje vegetal.

Modificado de: <https://www.acueducto.com.co/>. (Acueducto, 2021).

Teniendo en cuenta diferentes revisiones de material bibliográfico se encontró un estudio en la ciudad de Bogotá que trazo como propósito estimular los procesos de mantenimiento en el entorno, a través de la enseñanza del aprovechamiento de los residuos orgánicos en el compostaje utilizando el producto como abono para el cultivo o para el crecimiento de arbóreos.

Involucrando los estudiantes, comunidad educativa del Obonuco, vecinos del lugar en la producción de una alternativa como compostaje o vermicultura reciclando residuos orgánicos, reeducando a las personas en el aprovechamiento de varios residuos que se desechan, incentivando sobre las opciones de recuperación de suelos aumentando la productividad de los mismos.

Mejorando los beneficios que aumentan notablemente la calidad de vida y el cuidado del medio ambiente, concluyendo con el evitar el uso de sustancias químicas en la agricultura contribuyendo positivamente en la ecología y cuidado del planeta. (Vallejo, Vásquez y Agreda ,2016).

También se destaca un estudio de la universidad del Rosario, donde se tuvo en cuenta la afectación de la “Azolla filiculoides y Typha latifolia” especies invasoras de los humedales andinos,

El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de aireación requerida para acelerar el proceso de compostaje de la biomasa de estas dos plantas utilizando un biorreactor cerrado controlando los parámetros, alimentado por un sistema fotovoltaico.

Este proceso se puede utilizar para producir abono en zonas rurales con poca urbanización, algo de vital importancia fue que en este estudio se llevó acabo la medición de parámetros

de temperatura, pH humedad, oxígeno cada 3 días evaluando así el proceso, los análisis químicos y físicos realizados mostraron que el producto o abono final del compostaje era bueno para utilizarlo en los cultivos andinos locales para la restauración de los mismos.

Como conclusión se obtuvo que el biorreactor obtuvo una disminución de tiempo de compostaje de 9 a 4 semanas, los parámetros estuvieron dentro de los rangos permitidos y la producción de abono fue adecuado para los suelos andinos locales (Mesa, Torres, Sierra & Escobedo ,2017).

Para finalizar se halló un estudio que documenta la experiencia del compostaje de residuos orgánicos municipales en el área urbana del municipio de Versalles, Valle del Cauca, Colombia,

Donde se evidencio las altas tasas de separación en la fuente, recolección selectiva de los residuos y el conocimiento en la clasificación de cada uno de los desechos que notablemente facilito el proceso de compostaje, sin embargo algunas organizaciones de la salud muestran que la implementación del compostaje ha sido ineficaz poniendo en riesgo la salud humana, el medio ambiente por emisiones gaseosas, olores y contaminación en el suelo.

Ya que en algunos casos estos compostajes no cumple con ciertas normativas colombianas, sin embargo en el estudio se evaluó la facilidad de realizar las enmiendas con bagazo de caña y pasto, mejorando la calidad de los productos orgánicos y disminuyendo tiempo en él, lo que concluye una mejora en el mantenimiento y producto del compostaje, a pesar de que la propuesta no tiene viabilidad financiera, la aplicación tiene beneficios ambientales como la reducción en la generación de gases de efecto invernadero, contaminación de suelo, aire y agua, beneficios sociales en la generación de empleo.

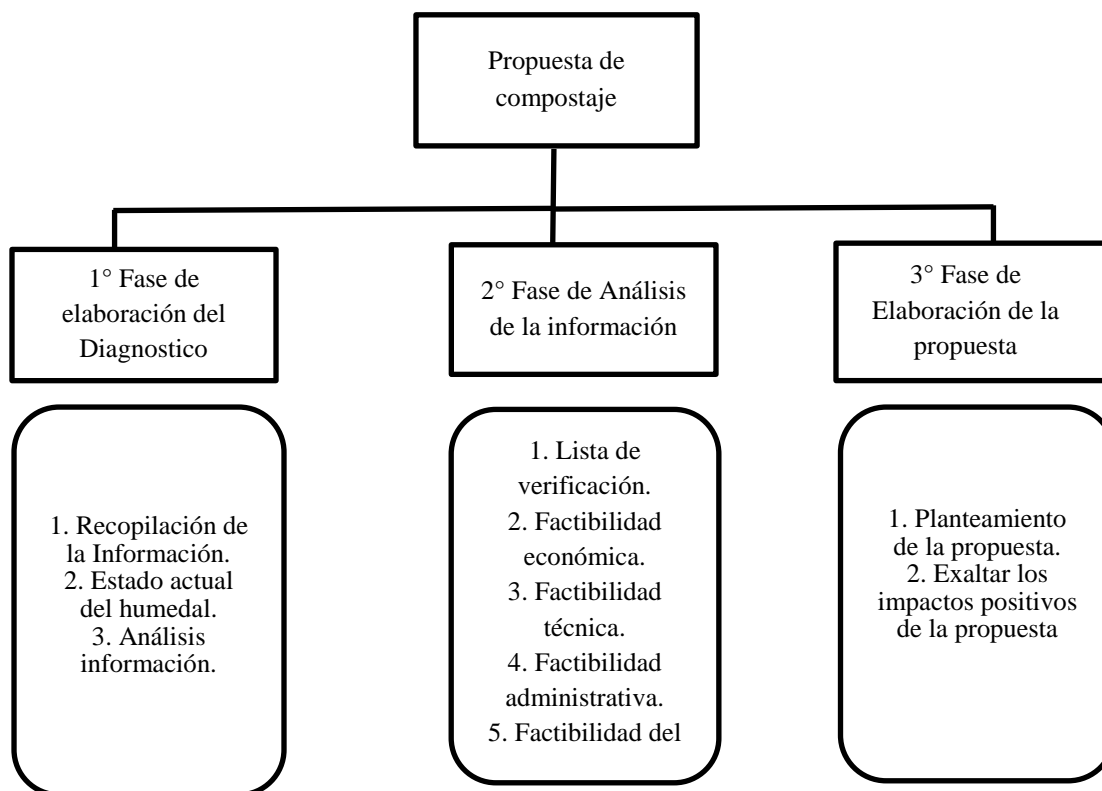
También se destaca la generación de un producto que tiene el potencial en cuanto portar materia orgánica al suelo en el contexto local sin impactar negativamente otros factores de vital importancia mencionados anteriormente es de vital importancia conocer la materia

prima del compostaje para evaluar el producto y que tanta afectación tendrá sobre el medio (Mormolejo, Oviedo & Torres, 2020).

## 7 Metodología

Para la elaboración de la propuesta de compostaje es necesario realizar una serie de fases las cuales nos ayudaron a recolectar información necesaria que sustentara de manera técnica cual es la mejor propuesta de compostaje de los residuos provenientes del mantenimiento del humedal La Vaca, en la **Figura 7** se evidencian las fases del proyecto.

**Figura 7 Fases del proyecto**



### Fase 1. Elaboración del diagnóstico actual del humedal

Se tiene en cuenta la recolección de información primaria y el reconocimiento del estado actual del humedal y del compostaje; como la ubicación, tipo de vegetación, fauna, características generales del humedal, cantidad de residuos vegetales que se generan en los 2 últimos años durante diferentes periodos y los problemas actuales con el proceso de

compostaje. Estructurando así, el diagnóstico del humedal para tener una perspectiva general de las condiciones actuales del lugar.

A partir de la aplicación de una encuesta estructurada compuesta por 5 preguntas abiertas que incluye temas eco sistémico y el mantenimiento del lugar, recopilando la información necesaria para saber lo que ha ocurrido con el humedal a lo largo de los últimos años, así mismo tener clara la perspectiva de algunas de las personas que allí trabajan.

## **Fase 2. Viabilidad de la implementación**

Se inició con la revisión de alternativas de compostaje definiéndola según su viabilidad económica, técnica, administrativa y del lugar para la implementación de un compost en el humedal la vaca teniendo en cuenta diferentes etapas que se explican a continuación:

1. De acuerdo con la información recolectada y el desarrollo de una lista de verificación se evaluaron diferentes factores del compost existente, analizando las semejanzas y diferencias de los compost, concluyendo posibles conjeturas para la nueva propuesta de compostaje.

2. Se analizaron los aspectos de las viabilidades mencionas anteriormente donde se tuvo en cuenta la mano de obra para el mantenimiento o volteo del compost garantizando el cumplimiento en el resultado, se pretende saber la perspectiva de los administradores del lugar y para concluir se definirá si las condiciones generales del lugar son actas.

## **Fase 3. Nueva propuesta de compostaje**

De acuerdo a la alternativa con mayor viabilidad en cuanto al mantenimiento, costos, satisfacción en el producto y el lugar, se formula una propuesta para el Humedal La Vaca que incluye un plan de manejo ambiental donde se trazó un objetivo, resultados esperados, actividades, cronograma de actividades, indicadores, seguimiento, medidas correctivas y un posible material de construcción para la propuesta de compostaje.

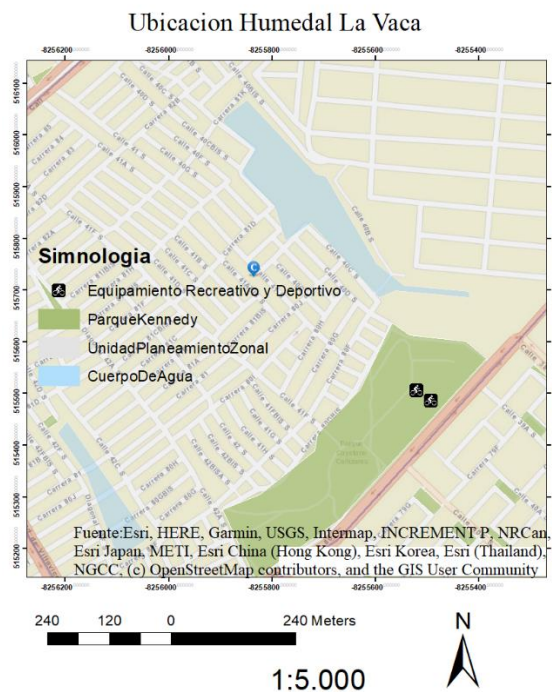
## 8 Resultados y Discusión

### 8.1 El Humedal La Vaca

El humedal la vaca llamado anteriormente Techovita en honor al gran cacique indígena se ubicaba al interior de una gran laguna. Al inicio de año 1930 se llevaron a cabo diversas construcciones como el aeropuerto de techo y la avenida las américas, las cuales impactaron negativamente la laguna fragmentándola y ocasionando el aislamiento de 5 cuerpos de agua, tomando así uno de ellos el nombre de Humedal La Vaca (Humedales Bogota,2021).

En la actualidad el humedal se encuentra separado debido a la expansión urbana en la zona, que con el paso del tiempo crece desmedidamente sin importar los impactos negativos que puede ocasionar a estos ecosistemas, como se muestra en la **Figura 8** “El Humedal se encuentra ubicado al sur-occidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Kennedy, rodeado por la Avenida Agoberto Mejía y el cerramiento de Cora bastos” (EAAB-ESP, 2009, p10).

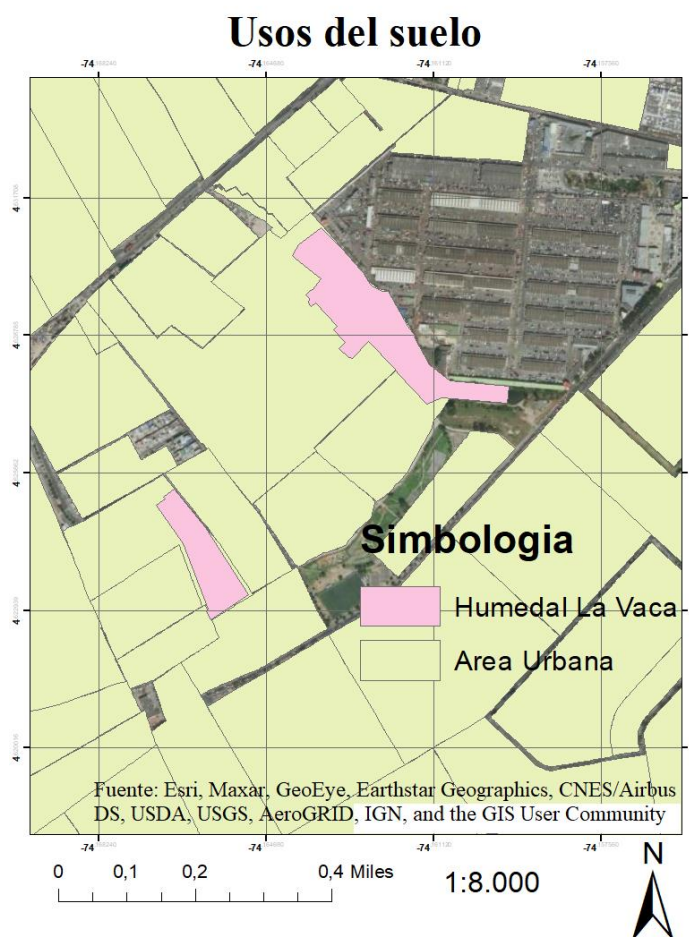
**Figura 8 Ubicación Humedal La Vaca**



### 8.1.1 Usos del suelo

Actualmente el humedal se encuentra en suelo urbano como se muestra en la **Figura 9**, sin embargo el uso del suelo del área donde se encuentra el humedal es catalogado como suelo de protección ya que hace parte del complejo de humedales urbanos del Distrito Capital de Bogotá desde el 06 de agosto del 2018, “teniendo el aval a nivel mundial como sitio RAMSAR, debido al arduo trabajo de restauración que se ha llevado a cabo desde varios años atrás para la conservación de la fauna y flora, este humedal es considerado parte de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá” (SDA,2021).

**Figura 9 Usos del suelo**



Su proceso de restauración se ha realizado con ayuda de su cuidadora, la señora Dora Villalobos quien nos relató cómo fue el proceso de recuperación del humedal, hace aproximadamente 10 años donde actualmente se encuentra el cuerpo de agua se tenían asentamientos ilegales de varias personas desplazadas por diferentes circunstancias, quienes buscaban mejor calidad de vida en la capital, esto ocasionó deterioro en la capa vegetal del limitado humedal que allí aún quedaba.

Con el paso del tiempo este territorio se convirtió en un botadero donde se consumían sustancias alucinógenas o se delinquía, muchas familias preocupadas por esto decidieron unirse y buscar ayuda del gobierno o instituciones ambientales que apoyaran la recuperación de este humedal que “Fue declarado como Parque Ecológico Distrital de Humedal mediante el Decreto 190 de 2004 del Plan de Ordenamiento Territorial, donde también se establece el régimen de usos para este ecosistema” (PDM, 2009, p2).

### **8.1.2 Características generales del Humedal La Vaca**

La secretaría distrital de ambiente con el acueducto de Bogotá y la Corporación autónoma regional son los encargados de administrar y tomar decisiones frente al manejo del humedal la vaca, ya que años atrás algunos dirigentes de países desarrollados y ambientalistas del mundo se empezaron a preocupar por el cuidado de los ecosistemas y cuerpos de agua de importancia ambiental, fue así nacieron muchas corporaciones que velan por realizar planes, políticas entre otros proyectos con el objetivo de velar por la sostenibilidad del país (CAR, 2021).

El humedal tiene variedad de especies animales y vegetales a lo largo de sus 7.0 hectáreas de extensión aproximadamente, a su alrededor se encuentran barrios densamente poblados que afectan los animales que allí llegan o se resguardan con el ruido y contaminación, algunas de esta especies se muestran en la **Figura 10** dentro de los cuales es importante resaltar “La tingua bogotana es una de las aves endémicas del altiplano Cundiboyacence, sólo habita en estos departamentos y en la capital de Colombia” (Escobar, 2014, p1).



**Figura 10 Especies animales en el Humedal la Vaca**



Adicionalmente el humedal cuenta con variedad de vegetación arbórea que se muestra en la **Figura 11** de las cuales se destacan algunas plantas nativas como cajeto, corono, arrayan y especies invasoras como el pasto kikuyo, acacia negra y acacia amarilla (JBB, 2021).

**Figura 11 Especies vegetales del Humedal la Vaca**



Dentro del componente Físico del territorio donde se encuentra ubicado el humedal la vaca encontramos algunas variables en la **Tabla 7**, que son de vital importancia para este estudio.

**Tabla 7 Variables en el Humedal la Vaca**

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
<b>Temperatura</b>	Mínima 8-10°C Media 13,6°C Máxima 18-20°C
<b>Humedad Relativa</b>	Oscila entre los 77 y 83%
<b>Velocidad del Viento</b>	Aproximadamente 3.67 km/h.
<b>Precipitación</b>	Se presenta 551 mm

Modificado de: <https://jbb.gov.co> (JBB, 2021).

El Humedal no solo cuenta con la señora “Dora Villalobos” su cuidadora, también hay varias personas que contribuyen en su cuidado como vecinos, un equipo técnico estructurado por secretaría de ambiente y la empresa de acueducto de Bogotá que realizan el mantenimiento en el humedal y entre otras actividades, adicionalmente el humedal también cuenta con algunos niños que suelen visitar el humedal realizando caminatas o pasando tiempo en un ambiente verde y con amigos.

Muchos de estos niños hoy en día son quienes realizan compost a partir de material orgánico, usando como materia prima residuos orgánicos que desechan en sus casas, estas y otras actividades en el ecosistema ayudan a generar consciencia en la población futura frente a la importancia del cuidado de los ambientes verdes como los humedales, contando con que se les aleja de otras actividades como la delincuencia.

### **8.1.3 Generación de residuos vegetales en el Humedal**

Actualmente en algunos humedales de la ciudad de Bogotá como se mencionó anteriormente, se realiza el mantenimiento de las zonas verdes de donde se obtienen los residuos vegetales utilizados como materia prima para realizar compostaje en el mismo

humedal o en otros aledaños, el producto de esta técnica se utiliza como restauración de los suelos del ecosistema.

El mantenimiento en el Humedal la Vaca es realizado por dos empresas; una de ellas es el Acueducto de Bogotá que se encarga del mantenimiento de la vegetación acuática este personal se encuentra de manera constante en el humedal es importante resaltar que para realizar el compostaje con estos residuos se deben evaluar las características físicas y químicas, la otra empresa encargada es La Secretaría Distrital de Ambiente que realiza el mantenimiento en la zona terrestre haciendo corte de arbóreos y arbustos cumpliendo con la norma de altura, control de especies invasoras y exóticas entre otras actividades.

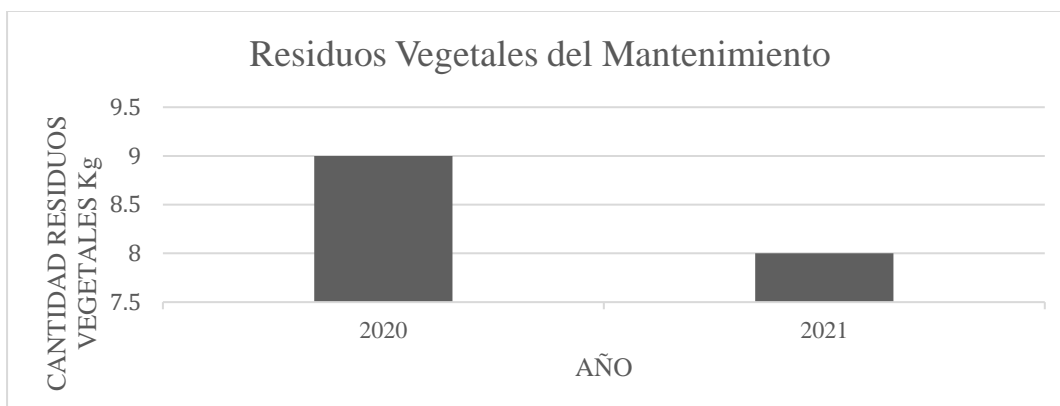
Las actividades del mantenimiento terrestre se llevan a cabo durante 15 días al mes y el compostaje de estos residuos se hace cada 3 meses, tiempo que se seguirá manejando en la propuesta diseñada , en la **Tabla 8** , se tienen los volúmenes en (m<sup>3</sup>) de la cantidad de residuos vegetales generados en el mantenimiento terrestre, el peso en (Kg) y el Volumen en (m<sup>3</sup>) del compost producido, esto a partir de los contratos realizados por La Secretaría Distrital de Ambiente en los años 2020 y 2021, no se logró obtener más información ya que es proceso largo que involucra meses mientras es aprobado por la Secretaría de Ambiente.

**Tabla 8 Datos de Residuos y compost producidos**

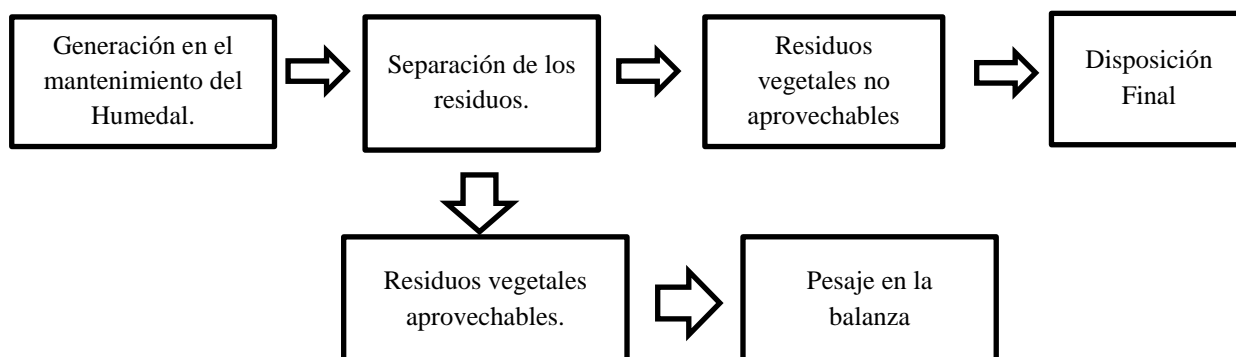
<b>Año</b>	<b>Volumen residuos vegetales (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Residuos vegetales (Kg)</b>	<b>Volumen Compost producido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Compost producido (Kg)</b>
<b>2020</b>	9	1.299	4	2.037
<b>2021</b>	7.88	1.134		

Modificada a partir de: Secretaría de Ambiente ,2021.

En la siguiente **Figura 12** se evidencia una gráfica donde se muestra dinámicamente los datos anteriormente mencionados.

**Figura 12 Residuos vegetales del mantenimiento**

A partir de la **Figura 13** se puede observar que el flujo de procesos de los residuos inicia con las actividades de mantenimiento del humedal donde generan residuos de diferentes características que luego pasa a su debida separación, una de residuos vegetales no aprovechables que irían a una disposición final reglamentaria y los residuos vegetales aprovechables que pasarían a el proceso de pesaje en una balanza para así poder tener en cuenta cuanta materia prima entra en el compost que se pretende realizar.

**Figura 13 Diagrama de flujo de procesos de los residuos**

Modificado por: La autora.

#### 8.1.4 Compostaje actual en el humedal

El compostaje que se lleva a cabo actualmente en el humedal la vaca es en cierta forma muy artesanal, la técnica utilizada es en pila donde no se tiene ningún control de parámetros y para la invasión de vectores y olores inofensivos se debe hacer la aplicación de químicos como “Cal” seguidamente incluso hacen el uso de insumos aceleradores del proceso en las pilas de compostaje.

**Figura 14 Ocupación compost actual**



**Figura 15 Compostaje actual**



Tomadas por el autor en el Humedal la vaca

También como se puede observar en la **Figura 14** y **Figura 15** no se tiene un adecuado proceso de compostaje ya que este se puede ver afectado por factores externos como lluvia, sol, invasión antropológica debido a que se encuentra cercano al cerramiento de Cora bastos en donde constantemente se tiene problemas de ocupación. Igualmente se evidencia que se deben hacer varias pilas de compostaje demandando gran cantidad de área en el terreno.

Concluyendo el compostaje que actualmente funciona en el humedal es muy poco técnico evaluando la medición de parámetros que son de vital importancia en estos procesos, en la

inclinación que se debe tener en un sistema de pila y la recolección de lixiviados que se debe tener para no ocasionar daños sobre cuerpos de agua cercanos o sobre el suelo.

En la siguiente lista **Tabla 9** se resumen algunos ítems mencionados anteriormente con el objetivo de evaluar y analizar las ventajas y desventajas del compost existente en el Humedal y así poder modificar posibles conjeturas en la nueva propuesta de compostaje que se construirá.

**Tabla 9 Lista de verificación del compost existente**

<b>LISTA DE VERIFICACION DE LA VIABILIDAD DEL COMPOST EXISTENTE</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. Aislamiento para la lluvia y sol directo.		X
2. Barrera física para ingreso de animales.		X
3. Drenaje de lixiviados.		X
4. Ventilacion necesaria.	X	
5. Se cuenta con controles técnicos para el proceso.		X
6. Se cuenta con los costos de operación.	X	
7. Se cuenta con los materiales necesarios.	X	

Modificado por: La autora

## 8.2 Alternativas de Compostaje

Teniendo en cuenta las diferentes alternativas que existen actualmente se realizó la siguiente **Tabla 10** donde se evidencian las ventajas impactos positivos que tiene la técnica y desventajas impactos negativos o falencias que tiene cada método desde la medición de parámetros, área que ocupan , condiciones ambientales que necesitan, tiempo requerido en el proceso y dificultad en el proceso.

**Tabla 10 Alternativas de compostaje para el Humedal**

<b>Método</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Cerrado</b>	No está expuesto.	Alcanza altas temperaturas.
	Menor tiempo de proceso.	Necesita control de parámetros.
	Fácil extracción de lixiviado.	Alta inversión.

	Control de vectores.	
	Sirve para clima variable y frio.	
<b>Pila o Abierto</b>	Buena calidad de abono.	Mayor factibilidad en climas húmedos.
	Técnica sencilla.	Ocupa más espacio.
	Baja inversión.	Dificultad la movilización.
	Fácil volteo.	Está expuesto.
		Proceso lento.
		Invasión de vectores.
		Mayor tiempo de proceso.
Modificado por: La autora		

Concluyendo se evidencia que la mejor técnica de compostaje para el humedal la vaca según la tabla de ventajas y desventajas es el sistema cerrado ya que ayuda a optimizar algunos procesos de mantenimiento y operación, sin embargo se evaluarán más parámetros para tener la seguridad de que este sistema es el indicado.

## 8.2.2 Viabilidad de las alternativas

Teniendo en cuenta el análisis que se realizó en las tablas anteriores sobre las técnicas de compostaje evaluadas, se concluyó lo siguiente de acuerdo a cada sistema evaluado:

### 8.2.2.1 Sistema Pila o Abierta

El sistema de pila técnicamente tiene varios problemas desde la proliferación de olores y vectores hasta la cantidad de área que ocupa sin embargo en la siguiente **Figura 16** se exponen cada una de las viabilidades evaluadas.

**Figura 16 Viabilidad sistema de pila**

	<b>Viabilidad económica</b>	<b>Viabilidad técnica</b>	<b>Viabilidad administrativa</b>	<b>Viabilidad del lugar</b>
<b>Pila o abierta</b>	Buena ya que es poca la inversión por tema de infraestructura.	Regular ya que surgen problemas de vectores, olores, y contaminación del aire.	Es viable ante la administración sin embargo se requiere una técnica nueva.	No es tan factible ya que se presenta días de lluvia y sol, asentamientos cercanos al humedal y mala disposición en lugares aledaños como Cora bastos.

Modificado por: La autora.

### 8.2.2.2 Sistema Cerrado

De esta alternativa se observaron varias desventajas sin embargo se resalta la viabilidad económica ya que en comparación con la alternativa de compostaje de pila este según Jerí Silva,

“Tiene una inversión elevada y el mantenimiento que en muchas ocasiones los hace inviable desde el punto de vista económico” (Jerí Silva, 2021).

En la siguiente **Figura 17** se evidencia en resumen como se definieron las viabilidades económica, técnica, administrativa y del lugar del sistema de compostaje cerrado.



**Figura 17 Viabilidad del sistema abierto**

	<b>Viabilidad económica</b>	<b>Viabilidad técnica</b>	<b>Viabilidad administrativa</b>	<b>Viabilidad del lugar</b>
<b>Cerrada</b>	Es un sistema costoso en comparación con la técnica anterior.	Es muy buena la técnica de este sistema ya que ayuda en la invasión de vectores, recolección de lixiviado etc.	Es una propuesta con la que están de acuerdo debido a que la actual es un poco artesanal y requieren obtener un abono de calidad.	Se ajusta al lugar ya que protegerá el compost de posibles cambios del clima, de asentamientos cercanos.

Modificado por: La autora.

En conclusión se define el sistema cerrado como la mejor alternativa que se recomienda para el Humedal La Vaca; mostrando en este trabajo de investigación las ventajas y desventajas en las viabilidades propuestas, notablemente sería una buena técnica pero directamente también incrementa su costo, sin embargo a largo plazo se tendrían retribuciones económicas y ambientales.

### **8.3 Formulación de la propuesta de compostaje**

Se planteó una técnica de compostaje cerrado sostenible para el Humedal la Vaca contando con la participación activa de la ciudadanía como componente social, el aprovechamiento y disminución de costos en mano de obra, entre otros como componente económico y contribuyendo al cuidado y restauración del medio ambiente como componente ambiental.

Para definir el material para el recipiente del compostaje se indagaron varios artículos científicos en uno de ellos evaluaron la estabilidad del compostaje en un tambor rotatorio

colocando como materia prima diferentes mezclas de desechos, concluyendo “Que uno de los mejores recipientes para compostaje cerrado es el tambor rotatorio que disminuye el tiempo de proceso, los problemas de olores o lixiviados y proporcionando aireación, agitación y mezcla en un solo recipiente haciéndolo más dinámico” (Singh, Prasad, Varma & Kalamdhad, 2013).

Basados en este artículo se propone este recipiente **Figura 18**, para el compostaje cerrado del Humedal La Vaca ya que su uso no está condicionado con el espacio, no estará expuesto a condiciones climáticas del lugar, estará protegido en caso de invasión de vectores, el volteo se puede realizar una vez al día, los lixiviados se recogerán en una bandeja y no se necesita de mucha inversión ya que se puede reutilizar los materiales para la fabricación.

**Figura 18 Tambor giratorio**



Tomado de: <https://ecoinventos.com/> (Ecoinventos, 2021).

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por Secretaría Distrital de Ambiente, el año donde más residuos vegetales se obtuvieron fue en el 2020 con un valor respectivamente de 9 m<sup>3</sup> cabe resaltar que como se mencionó anteriormente el mantenimiento de la franja terrestre se realiza 15 días al mes, concluyendo que mensualmente se tiene aproximadamente 0.75 m<sup>3</sup> de residuos vegetales dispuestos para el compostaje.

Los materiales que se pueden utilizar para realizar esta técnica de compostaje se mencionan en la **Tabla 11**.

**Tabla 11 Material de construcción**

<b>Material</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
<b>Bidones</b>	Volumen: 250L Longitud: 0.92m Diámetro: 0,9m.	Recipiente para compostaje.
<b>Vigas de soporte</b>	Metálicas para mayor resistencia	Marco y soporte para el compostaje.
<b>Bandeja o cajón</b>	Metálico.	Recogerá los lixiviados
<b>Tornillos</b>	Metálicos.	Asegurara la estructura.

Es importante tener en cuenta que los valores y materiales son aproximados y para obtener un valor acertado es necesario mayor información por parte de Secretaría Distrital de Ambiente de la cantidad de residuos vegetales se generan durante el mantenimiento en un lapso de los ultimo 3 o 4 años.

Adicionalmente se realizó un programa ambiental que tiene como objetivo facilitar el trabajo de los técnicos al realizar el aprovechamiento de los residuos vegetales, evidenciando menos olores e invasión de vectores, dando a conocer la técnica de compostaje como un instrumento de enseñanza para los niños a través de un programa ambiental que se define de la siguiente manera.




<b>Nombre del programa</b>	Programa ambiental para la implementación de una nueva técnica de compostaje en el Humedal la Vaca.
<b>Objetivo</b>	Implementar una nueva técnica de compostaje donde se aprovechen todos los residuos vegetales del mantenimiento del Humedal.
<b>Alcance</b>	Contempla todas las variables necesarias para la ejecución y funcionamiento del sistema de compostaje propuesto.
<b>Responsable</b>	Técnicos encargados del mantenimiento.

Actividad	Cronograma											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1. Correcta recolección de residuos vegetales mensualmente haciendo pesaje y anotaciones.												
2. Ejecutar el proceso de compostaje.												
3. Realizar mediciones de los principales parámetros del compostaje como: (pH-Temperatura-Humedad).												
4. Hacer la observación y evaluación de la textura, olor y color del producto o abono del compostaje.												

Meta	Indicador	Frecuencia
Evaluar el nuevo proceso de compostaje en el Humedal la vaca.	(Kg de abono trimestre pasado – Kg de abono trimestre presente)	Trimestral.

Cumplimiento de Actividades	
	<b>Porcentaje de Cumplimiento</b>
Actividades Programadas	4
Cumplimiento de Actividades	4
Actividades Ejecutadas	100%

<b>Mejora continua</b>
<p>A partir de la evaluación del indicador y cumplimiento actividades, se implementaran las siguientes acciones garantizando la mejora continua en el programa. Así el cumplimiento de las actividades se evaluara cada tercer día si se observa que no hay cumplimiento en los siguientes rangos.</p>

<b>Indicador</b>	<b>Mejora Continua</b>
> Buen funcionamiento	 Reformular la estrategia.   Análisis del proceso.   Continuar con el seguimiento.
= Darle mejor manejo	
< Hacer cambios en el proceso	
<b>Actividades</b>	
0-40%	
40-60%	
60-100%	

## 9 Conclusiones

- Concluyendo, el sistema de compostaje cerrado es la mejor técnica sostenible de aprovechamiento de residuos vegetales para el humedal la vaca, teniendo en cuenta la participación de la ciudadanía como componente social, la disminución económica de aditivos químicos y mano de obra como componente económico y disminución de residuos sólidos en los rellenos sanitarios como componente ambiental.
- Teniendo en cuenta la identificación y evaluación de las ventajas y desventajas del compost ya existente, se identificó las posibles falencias del compost actual del humedal, que ayudaron en la construcción del diseño de la nueva propuesta de compostaje para el Humedal La Vaca siendo mucho más factible en lo técnico, administrativo, condiciones del lugar entre otras cosas.

- Los impactos negativos que se genera en un humedal por culpa de la urbanización son elevados afectando desde la fauna, flora y cuerpos de agua con ruidos, contaminación, vertimientos de aguas grises que llegan hasta el cuerpo de agua del ecosistema.

## **10 Recomendaciones**

- Para la obtención de resultados óptimos en la técnica de compostaje se recomienda llevar a cabo el programa ambiental que se diseñó, llevando la observación y registro del comportamiento del proceso.
- Adicionalmente se recomienda la medición y anotación de cada parámetro con ayuda de la planilla del Anexo 1, que ayudara a definir el cumplimiento de la normativa y que valores debe cumplir.
- Gestionar ayudas y recursos económicos por parte de la Secretaría de ambiente para la adecuada capacitación de visitantes del ecosistema, en programas como el compostaje, cuidado del medio ambiente y fauna y flora.
- Restringir los asentamientos urbanos en los alrededores del humedal para prevenir o disminuir posibles riesgos de impactos o contaminación del ecosistema.

## 11 Referencias Bibliográficas

- Cabrera Córdova Víctor Carlos y Rossi Luna María Gracia. (2016). Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/>
- CAR, (2011). Humedales del territorio CAR. Tomado de: <https://www.car.gov.co/>
- Car, SDA & CI. 2009. Plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital humedal meandro del say. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- Carrión, I. A. D., & Larios, E. E. D. J. S. servicios eco sistémicos. Tomado de: <https://www.researchgate.net/>
- Coaguila. (2017). “Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la Empresa O&C Metals S.A.C.” Tomado de: <http://repositorio.ucsp.edu.pe/>
- Crandell. (2021). Wetland. Tomado de: <https://www.britannica.com/>
- Docampo, A. D. R. (2013). Compostaje y compost. Revista INIA-Nº, 35, 64.
- EAAB & CI. 2008. Plan de manejo ambiental humedal Capellanía. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB & CI. 2010. Plan de manejo ambiental humedal Juan Amarillo. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB & FHLC. 2010. Plan de manejo ambiental humedal La Conejera. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB & Unal. 2015. Plan de manejo ambiental humedal Torca-Guimaral. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB & Universidad Javeriana. 2009. Plan de manejo ambiental humedal de techo. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB & Universidad Javeriana. 2009. Plan de manejo ambiental humedal La Vaca. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- EAAB. 2019. Plan de manejo ambiental humedal Tibanica. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>

- EPA. (1997). Innovative Uses of Compost Reforestation, Wetlands Restoration, and Habitat Revitalization. Tomado de: <https://www.epa.gov/>
- Escobar. (2012). Plantas acuáticas en los humedales de Bogotá. Tomado de: <https://humedalesbogota.com/>
- Escobar. (2014). Las tinguas en los humedales de Bogotá. Tomado de: <https://humedalesbogota.com/>
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. Recuperado el noviembre de 2005.
- Hook, D. D. (1993). Wetlands: history, current status, and future. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 12(12), 2157-2166.
- Humedales Bogotá. (2021). Humedal la Vaca. Tomado de: <https://humedalesbogota.com/>
- Instituto Humboldt. (2014). Alerta! Humedales al rescate. Tomado de: <http://www.humboldt.org.co/>
- Instituto Humboldt. (2021). Humedales: un tesoro anfibio que sobrevive en el 26 por ciento de Colombia. Tomado de: <http://www.humboldt.org.co/>
- Jaramillo & Zapata. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Tomado de: <http://tesis.udea.edu.co/>
- JBB, (2021). PEDH La Vaca. Tomado de: <https://www.jbb.gov.co/>
- Jerí Silva, E. (2021). Diseño de un prototipo de máquina para generar compostaje a partir de residuos orgánicos de la empresa Inversiones Dramar SAC.
- Lezcano, C. (2016). Rol de los pastizales naturales en la retención de nutrientes provenientes de la agricultura.
- Marmolejo-Rebellón LF, Oviedo-Ocaña ER, Torres-Lozada P. (2020) Compostaje de residuos orgánicos en Versalles: una alternativa que contribuye al bienestar económico, social y ambiental de los grupos de interés. En: Hettiarachchi H., Caucci S., Schwärzel K. (eds) Compostaje de residuos orgánicos a través del pensamiento nexa. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-36283-6>.
- Márquez Guerrero Carmen Lucero. (2019). Evaluación de la calidad de compost de especies acuáticas invasoras *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) y *Pistia stratiotes* (Lechuga



- de agua) del Humedal Santa Rosa-Chancay y su efecto en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano). (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.upeu.edu.pe/>
- Mesa, F., Torres, J., Sierra, O., & Escobedo, F. J. (2017). Enhanced production of compost from Andean wetland biomass using a bioreactor and photovoltaic system. *Biomass and Bioenergy*, 106, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.011>
- Min ambiente. (2001). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Tomado de: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Min ambiente. (2005). Decreto número 4741 “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”. Tomado de: <http://www.ideam.gov.co/>
- Min ambiente. (2016). Humedales de Colombia, fuente de vida. Tomado de: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Min ambiente. (2021). Humedales. Tomado de: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Moya, R. D. (2002). (p15) El proyecto factible: una modalidad de investigación. *Sapiens. Revista universitaria de investigación*, 3(2), 0.
- Moya, R. D. (2014). Una estrategia metodológica para el proyecto factible. *Entre temas*, (1), 97-114.
- Negro, Villa, Aibar, Aracón, Ciria, Cristóbal & Zaragoza. (2000). Producción y gestión del compost.
- ONU. (2018). Los humedales están desapareciendo tres veces más rápido que los bosques. Tomado de: <https://unfccc.int/>
- Palmaramos, d. (2012). Cómo Elaborar Propuestas de Investigación. Tomado de: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Pontificia Universidad Javeriana, Empresa De Acueducto Y Alcantarillado De Bogotá. 2009. Plan de Manejo Ambiental Del Humedal La Vaca
- Ramsar (2010). Tipos de Humedales. Tomado de: <https://creho.org/>
- Ramsar. (2014). Historia de la convención sobre los humedales. Tomado de: <https://www.ramsar.org/>
- Ramsar. 1971. Convención Ramsar ¿De qué trata? Tomado de: <https://www.ramsar.org/>

- Receco. (2018). Reciclaje de residuos vegetales. Tomado de:  
<https://gestorderesiduosmadrid.es/>
- Román, P., Martínez, M. P., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina.
- SDA. (2021). Humedal La Vaca. Tomado de: <https://www.ambientebogota.gov.co/>
- SDA.2010. Plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital humedal santa maría del lago. Tomado de: <https://www.acueducto.com.co/>
- SIAC. (2021). Residuos. Tomado de : [siac.gov.c](http://siac.gov.c)
- Singh, J., Prasad, R., Varma, VS y Kalamdhad, AS (2013). Estimación de la estabilidad del compost durante el compostaje con tambor rotatorio de residuos sólidos urbanos. *G- Journal of Environmental Science and Technology* , 1 (1), 1-7.
- Sutton-Grier, A. E., Ho, M., & Richardson, C. J. (2009). Organic amendments improve soil conditions and denitrification in a restored riparian wetland. *Wetlands*, 29(1), 343-352.
- Tarazona Sánchez, D. F. (2016). Humedales, naturaleza en disputa-el Humedal Santa María del Lago, 1950-2010 (Bachelor's thesis, Uniandes).
- Tortosa. (2015). Sistemas de compostaje. Tomado de:  
<http://www.compostandociencia.com/>
- Unal.2007. Plan de manejo ambiental humedal de córdoba. Tomado de:  
<https://www.acueducto.com.co/>
- Unal.2008. Plan de manejo ambiental humedal el burro. Tomado de:  
<https://www.acueducto.com.co/>
- Vallejo, Vázquez y Agreda. (2016). Utilización de los residuos sólidos en la elaboración de compostaje para el mejoramiento del suelo. Tomado de:  
<https://repository.libertadores.edu.co/>
- Villa, H. M. S. (2012). Importancia histórica y cultural de los humedales del borde norte de Bogotá (Colombia). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 167-180.

Yepes, G. Y. F. (2015). Servicios eco sistémicos y variables sociambientales determinantes en ecosistemas de humedales alto andinos. Sector el ocho y paramo de letras Manizales Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 173-179.

## 12. Anexos

### Anexo N° 1 Entrevista estructurada

#### FORMATO DE ENTREVISTA

Hoy **17 de julio del 2021** me encuentro reunida con la señora **Dora Villalobos** defensora del **Humedal la vaca** para hacerle una serie de preguntas de vital importancia para esta investigación.

Muy buenos días señora **Dora**

1. ¿Qué volumen de residuos vegetales se genera?

**(Dora Villalobos, comunicación personal ,17 de julio 2021). Rta:**

2. ¿Qué hacen con los residuos vegetales?

**(Dora Villalobos, comunicación personal ,17 de julio 2021). Rta:** *Hola muy buenos días, con respecto al trabajo o la investigación que se estás realizando el material vegetal que sale del mismo humedal hace parte de su recuperación porque es elemento que se transforma en abono para devolverle el suelo al suelo.*

3. ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación de un nuevo compost dentro del humedal?

**(Dora Villalobos, comunicación personal ,17 de julio 2021). Rta:** *Claro que sí, teniendo en cuenta que en el momento no se hace un compost muy técnicamente si no que se hace el aprovechamiento de este material de una manera artesanal en pilas haciendo el debido volteo, dependiendo de la temporada y el material terrestre o acuático, en esto se tiene la variación de volteo importante tener en cuenta que solamente se está haciendo el control de vectores y olores ofensivos con cal.*

4. ¿Por qué considera importante la implementación de un nuevo compost en el humedal?  
**(Dora Villalobos, comunicación personal ,17 de julio 2021).** *Rta: Porque con esto podríamos garantizar una mejor calidad del compostaje, así como hacer un debido control de olores y vectores.*

5. ¿Es viable poder implementar un nuevo compost en el humedal?  
**(Dora Villalobos, comunicación personal ,17 de julio 2021).** *Rta: Si, considero que primero es viable y segundo considero que sería un buen ejercicio algo que atraería a muchas personas que pueden empezar a practicar esta elaboración de compostaje no solo en los humedales sino por ejemplo tengamos en cuenta el corte de césped que se hace en vías públicas o en los parques no es aprovechado porque la gente desconoce que esto se puede manejar de una forma técnica y ordenada que no cause un problema si no por el contrario sea un gran potencial para tener abonos y nutrientes para en este caso el arbolado de la ciudad.*

*Listo señora dora muchas gracias*

## Anexo N° 2 Plantilla medición de parámetros

Actividad / Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura												
<b>Referencia Temperatura</b>	<b>15°- 45°</b>		<b>45°-65°</b>			<b>15°-40°</b>				<b>T ambiente</b>		
pH												
<b>Referencia pH</b>	<b>4-6</b>		<b>8-9</b>			<b>7-8</b>				<b>6-8</b>		
Humedad												
<b>Referencia Humedad</b>	<b>Variable, depende de la humedad de entrada entre 30%-60%</b>											

Tomado de: <https://www.fao.org/>. (Román, P., Martínez, M. P., & Pantoja, A, 2013).