

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MEZCLADOS
CON BUCHÓN DE AGUA, POR MEDIO DEL COMPOSTAJE.

CASO DE ESTUDIO: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SECTOR TIERRANEGRA

LINA FERNANDA ESPINOSA MERCHAN

PhD. CARLOS ANDRES CARO CAMARGO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2019

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MEZCLADOS
CON BUCHÓN DE AGUA, POR MEDIO DEL COMPOSTAJE.

CASO DE ESTUDIO: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SECTOR TIERRANEGRA

LINA FERNANDA ESPINOSA MERCHAN

INFORME DE GRADO SEMILLERO DE INVESTIGACION PARA OBTAR EL
TITULO DE INGENIERA CIVIL

ASESOR: PhD. CARLOS ANDRES CARO CAMARGO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2019

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Director

Tunja, 11 de Agosto de 2019

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	7
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	11
RESULTADOS	18
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	19
GLOSARIO	20
BIBLIOGRAFIA	21

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación de la quebrada La Pinocha en el municipio de Ventaquemada	11
Ilustración 2 Ejecución del diseño de las piscinas	12
Ilustración 3 Mantenimiento de las piscinas	13
Ilustración 4 Toma de muestras con asa, vista de las colonias a través del microscopio	15

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Control de crecimiento de buchones	13
Tabla 2 Datos de la quebrada La Pinocha.....	16
Tabla 3 Control de parámetros, turbiedad, pH y conductividad de las piscinas 1 y 2.....	17

RESUMEN

Uno de los principales problemas presentados en el municipio de Ventaquemada es la ausencia de procesos de limpieza y descontaminación de sus aguas residuales, que sin ningún tratamiento se descargan al río Teatinos, a través de la quebrada La Pinocha. A continuación, se presenta el uso del buchón de agua en la descontaminación mediante el proceso de fitorremediación, para luego realizar un proceso de compostaje con estas plantas basadas en su acelerada reproducción considerada como una macrófita flotante invasora. Estos se mezclarán con residuos sólidos orgánicos generados en la zona de estudio. De esta manera, se espera que reduzca el volumen de residuos en los depósitos de recolección de basura. Así mismo, se busca desarrollar actividades como la caracterización del buchón de agua mediante la determinación de la absorción de la carga contaminante, a través de pruebas microbiológicas y microbianas. Los resultados serán analizados para establecer el aprovechamiento óptimo en el desarrollo del proyecto. Por otra parte, se diseñará una mezcla para el uso de desechos orgánicos sólidos, mezclada con el buchón de agua para obtener un resultado aceptable. De la misma forma, se realizará el monitoreo de los parámetros de control como humedad, pH, temperatura, relación carbono-nitrógeno (C / N) y la aireación u oxigenación de la materia orgánica. Estas mediciones se realizarán mediante pruebas de laboratorio, que facilitarán el logro de los datos necesarios para evaluar la calidad del producto obtenido. Esto identificará su posible aplicación en el mejoramiento del suelo, en procesos agrícolas, ganaderos y de reforestación.

INTRODUCCION

El buchón de agua conocida como *Eichhornia crassipes* originaria de la cuenca del Amazonas, en Brasil, familia de las Pontederiaceae, corresponde a una macrófita flotante acuática que se reproduce de forma vegetativa en un periodo de 5 a 15 días en la superficie de ríos, lagos y lagunas de agua dulce, con desarrollo ascendente de tallo sumamente corto, hojas de color verde brillante y espigas de flores de lavanda, los pecíolos de la planta son alongados y abultados de aire que contribuye a la flotabilidad de la misma. Su longitud varía dado el nombre de Longistila (L) mesostila (M) y brevistila (B) dependiendo del tamaño, esta característica especial del buchón de agua es conocida como (heterostilia triforma). (Miranda & Lot, 1999)

Las flores que esta genera son de tipo espiga que duran aproximadamente de 2 a 3 días y desaparecen, esta planta en particular tiene un crecimiento excesivo con la capacidad de cambiar algunas de las propiedades físicas y químicas del agua, así mismo, tiene la ventaja de reproducirse y adaptarse desarrollando todas sus funciones vitales en agua dulce, también conocido como hábitad dulceacuícola. (Miranda & Lot, 1999)

De la misma forma esta planta tiene la capacidad de disminuir el potencial de hidrógeno, la temperatura sub superficial, y los niveles de oxígeno disuelto, así como de retener metales pesados (Guevara & Ramírez, 2015), una extensa cantidad de microorganismos y bacterias en sus raíces como resultado de los procesos de descontaminación del agua, como función principal de esta.

Por otro lado, en Colombia no solo se tiene un acelerado crecimiento de plantas invasoras si no también los altos porcentajes de materia orgánica que se producen en las diferentes ciudades y la inadecuada disposición dada para estos materiales, generando altos impactos de contaminación al medio ambiente, contribuyendo con la proliferación de roedores y agentes contaminantes que atentan contra la salud humana, para lo cual se pretende realizar una valoración biológica y química con el fin de obtener una clasificación favorable para los residuos orgánicos. (Yepes, Johana, Naranjo, & Sánchez, 2008)

El principal factor involucrado en el excesivo crecimiento del porcentaje de residuos sólidos en general y que para dicho documento se tratarán específicamente los residuos orgánicos, la intervención del hombre y su incremento de la población humana han generado altos índices de consumo apresurando el deterioro de rellenos sanitarios, aumentando los índices de contaminación de suelos, aire y de recursos muy importantes como el agua por los lixiviados que se generan en la

descomposición de estos sin control alguno. (Castañeda Torres & Rodriguez Miranda, 2017)

En nuestro país el 70% del total de los residuos sólidos son orgánicos y por cada habitante se producen 0,7 kg/hab, para dicha problemática se implementó la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) que inicia con la separación de la materia desde su producción inicial hasta su disposición final, en los que se plantean diferentes estrategias para su clasificación y tipos de aprovechamiento.(Jaramillo Henao & Zapata Márquez, 2008)

Entre las principales técnicas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos está el compostaje, el cual es un proceso biológico que permite la descomposición de la materia orgánica por medio de microorganismos y se caracteriza por su grado de madurez asignado al tiempo de degradación.(Röben, 2002)

Así mismo es importante establecer parámetros de control para la elaboración y preparación del compostaje, basados en el aumento de la temperatura, la acidez, la producción de lixiviados y factores importantes como la mezcla/revuelta y movimiento, la aireación y humidificación del proceso en curso.

Al mismo tiempo el proceso de compostaje, desarrolla 3 etapas en las que se resalta una fase de latencia que se enfoca en la aclimatación reproducción y colonización de los microorganismos en la composta, dando inicio la descomposición de la materia orgánica, luego en un periodo intermedio (termófila), donde se da el incremento de la temperatura entre 60° y 70° por medio de microorganismos termófilos para que finalmente, se obtenga el grado de maduración que se caracteriza por la ausencia de microorganismos, y una disminución significativa de la temperatura hasta llegar a una temperatura ambiente.(Ayala, 2014)

En consecuencia, la estructura del compostador debe contar con unas características especiales como la altura y ancho de mínimo 1m, la ubicación debe ofrecer condiciones ambientales estables en las que el material no este expuesto a altas temperaturas de sol y agua, con una pendiente del 2%. En cuanto al material del mismo, debe garantizar la calidad de preservación de cada una de las características del compostaje que se está preparando, conservando una distancia prudente para la revisión y control de los parámetros requeridos para la verificación del producto final.(Ang, Agr, & Agr, 2007)

Con relación a la información mencionada anteriormente, una investigación desarrollada en la universidad Militar Nueva Granada (Bogotá, Colombia), se orienta en la producción de compostaje con buchón de agua, cuyo proceso tiene en cuenta la caracterización de la planta, determinación de la cantidad de nutrientes que esta

tiene. el método para la obtención del abono orgánico y los materiales y cantidades de residuos sólidos orgánicos para la elaboración del abono, cuyo resultado final arroja aportes como fuente de fosforo para la descomposición de la materia orgánica y el abono como un excelente restaurador de suelos degradados.(Luisa, Poveda, & Su, 2017)

En definitiva, se observa que esta planta se ve involucrada en diferentes usos por su alta capacidad de descontaminación, siendo el proceso de fitorremediación uno de los métodos más importantes en la limpieza de aguas hervidas, que para el caso de estudio se evalúan las condiciones del agua de la quebrada La Pinocha en el municipio de Ventaquemada, utilizando el buchón de agua en la purificación de la misma.

Debido a los resultados favorables obtenidos en diferentes procesos realizados por el buchón de agua (*eichhornia crassipes*), es necesario evaluar los beneficios generados por dicha planta en la elaboración de compostaje, en la que involucre el beneficio social, ambiental y económico de los habitantes del municipio de Ventaquemada.

OBJETIVO GENERAL

Identificar las características microbianas del buchón de agua en la implementación del proceso de fitorremediación de las aguas residuales en la quebrada La Pinocha ubicada en el municipio de Ventaquemada para la elaboración de compostaje.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar el buchón de agua, identificando principalmente su carga contaminante almacenada durante el proceso de fitorremediación.
2. Monitorear los parámetros de control del agua, tales como pH, turbiedad y conductividad del agua de la zona de estudio.
3. Establecer la cantidad de residuos sólidos orgánicos producidos en la zona urbana del municipio de Ventaquemada.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El objetivo principal de la presente investigación es la caracterización del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), así como de la zona de estudio para ser implementado en la producción de compostaje en la quebrada La Pinocha en el municipio de Ventaquemada. Para ello se propusieron algunos indicadores que permitirán una presentación de los resultados y análisis al finalizar la investigación.

Ilustración 1. Ubicación de la quebrada La Pinocha en el municipio de Ventaquemada



Fuente: Google Maps

Etapa 1: Recolección y siembra del buchón de agua (*Eichhornia Crassipes*).

1. Diseño y ejecución de cuatro piscinas para la siembra del buchón de agua a orillas de la quebrada La Pinocha en la vereda de Tierra Negra en el municipio de Ventaquemada.

Definida la zona de estudio se establece un área de trabajo de 10 m^2 distribuidas de la siguiente manera:

Cuatro piscinas con las siguientes dimensiones. 0,80 m de ancho, 2,50 m de largo, profundidad de 0,90 m con una lámina de agua de 0,40 m y una separación entre

piscinas de 0,50 m, así mismo cuenta con un tubo de 1 ½” que garantiza la entrada de caudal constante hacia las piscinas.

Ilustración 2. Ejecución del diseño de las piscinas



Fuente: Lina Fernanda Espinosa Merchán

Posteriormente se realiza la siembra del buchón de agua, el cual fue tomado del Lago de Tota en el municipio de Paipa, como fuente cercana para la obtención de la materia prima. Basados en la previa consulta de literatura relacionada con las características de la planta se establece que las muestras deben estar en su primera etapa de vida útil, con rasgos específicos en el color de las hojas las cuales no deben presentar una alta variedad de pigmentaciones y las raíces deben presentar una coloración blanca.

Finalmente se realiza la siembra del buchón de agua en tres de las cuatro piscinas distribuidos en las siguientes cantidades:

Piscina 1: 40 buchones

Piscina 2: 35 buchones

Piscina 3: 11 buchones

2. Inspeccionar el crecimiento de las plantas así como el mantenimiento de las piscinas para garantizar la reproducción de las mismas.

Inicialmente se realiza un control de la reproducción del buchón de agua durante un mes donde la inspección se realiza cada 8 días obteniendo los siguientes datos.

Tabla 1. Control de crecimiento de buchones

# PISCINA	FECHA Y NUMERO DE BUCHONES			
	01/12/2018	08/12/2018	16/12/2018	23/12/2018
PISCINA 1	40	48	59	73
PISCINA 2	35	44	62	77
PISCINA 3	11	12	15	17

Fuente: Lina Fernanda Espinosa Merchán

Por otro lado el mantenimiento de las piscinas se efectúa dos veces al mes en el que se retira material particulado así como materia orgánica transportada por las aguas de la quebrada La Pinocha y conducida por la tubería desviada hacia las piscinas, con esto se evita que las plantas se mueran por los altos índices de contaminación contenidos en los lodos estancados dentro de estas, sin embargo cabe resaltar que las visitas de campo se realizaban día de por medio ya que la zona de estudio está rodeada de árboles que por naturaleza dejan caer sus hojas obstaculizando la entrada de agua a las piscinas.

Ilustración 3. Mantenimiento de las piscinas



Fuente: Lina Fernanda Espinosa Merchán

3. Garantizar un flujo de caudal que permita la reproducción del buchón de agua.

Para el desarrollo del proyecto se mantuvo un flujo de agua de $0.025 \frac{m^3}{s}$.

4. Caracterización del buchón de agua: Toma de muestras del buchón de agua para la elaboración de ensayos microbianos con el fin de establecer su carga contaminante.

Para el desarrollo de este índice se toma una muestra de esta planta para llevarla al laboratorio. Esta fue sometida a un análisis microbiano, ensayo que fue ejecutado dentro de las instalaciones de la Universidad Santo Tomas.

El análisis microbiano consiste en establecer la cantidad de agentes patógenos en una pequeña muestra de la planta en estudio, con el fin de establecer el conjunto de colonias, bacterias y microorganismos presentes en el buchón para el uso asertivo de ésta en la producción de compost.

Materiales:

- ❖ Tinción de gram
 - Lugol
 - Alcohol acetona
 - Safranina o fucsina de gram
- ❖ Caja de seguridad
- ❖ Dos cajas Petri
- ❖ Asa de punta redonda
- ❖ Incubadora
- ❖ Nevera
- ❖ Microscopio
- ❖ Contador de Colonias
- ❖ Medio de cultivo
- ❖ Porta Placa

Con el fin de identificar las diferentes morfologías bacterianas presentes en el buchón de agua, así como su comportamiento durante la incubación, se procede a colocar inóculos (pequeño volumen que sujeta microorganismos en suspensión) de las hojas de la planta, dentro de un medio de cultivo correspondiente a una solución que contiene los nutrientes necesarios para permitir, en condiciones favorables de pH y temperatura, el crecimiento de virus, microorganismos, células, tejidos vegetales o incluso pequeñas plantas, fijadas dentro de una caja de Petri,

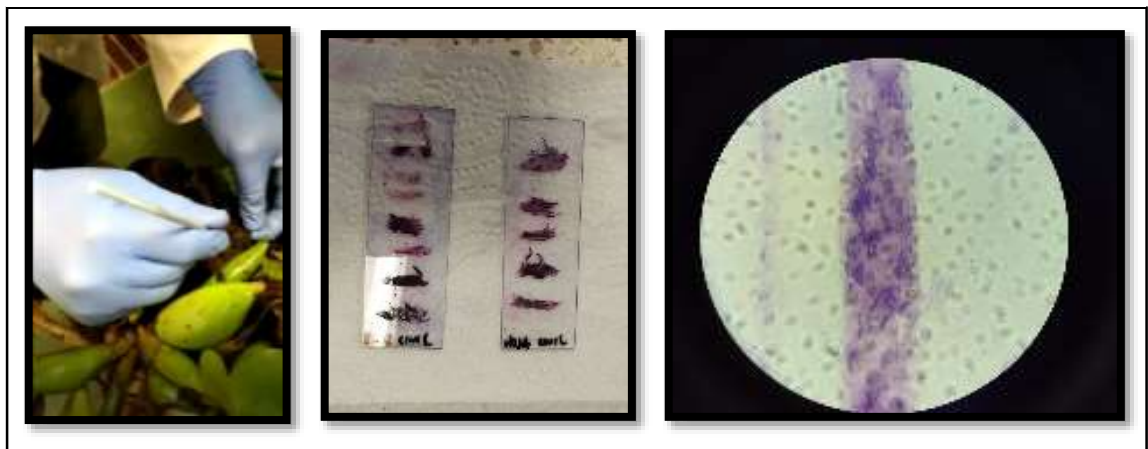
Éstas se dejan reposar por un día, dentro de una incubadora, cuya función es conservar la humedad y temperatura adecuada para la reproducción de seres vivos.

A continuación, se cuentan las colonias reflejadas en la caja de Petri, en la cual se evalúan los tamaños y formas similares para luego sacar una muestra de cada una

en un porta placa. Con ayuda de la tinción gram, que son colorantes biológicos utilizados para la observación de pequeños microorganismos facilitando la reflexión de las diferentes estructuras que componen a las bacterias presentes en la muestra.

Por medio de un microscopio que usa electrones para iluminar la muestra, se realiza la observación del espécimen, con el fin de establecer el tipo de microorganismo y la familia a la que corresponde, para así finalmente hacer una revisión bibliográfica reafirmando el porqué de su presencia en la planta, sus desventajas y beneficios para la elaboración de compostaje.

Ilustración 4. Toma de muestras con asa, vista de las colonias a través del microscopio



Fuente: Lina Fernanda Espinosa Merchán

Etapa 2: Monitoreo de la zona de estudio y los parámetros de calidad del agua como pH, conductividad y turbiedad.

1. Toma de muestras de agua (superficial cruda) de la zona de estudio para ser valoradas en un laboratorio certificado.

Ensayo Físicoquímico del agua residual de la quebrada La Pinocha en el municipio de Ventaquemada.

Tabla 2. Datos de la quebrada La Pinocha

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
1	OXÍGENO DISUELTO	mg o ₂ /l	<0,08
2	DQO TOTAL	mg o ₂ /l	4515
3	DQO SOLUBLE	mg O ₂ /l	990
4	DBO5 TOTAL	mg o ₂ /l	1175
5	DBO5 SOLUBLE	mg o ₂ /l	814
6	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg sst/l	6050
7	NITRÓGENO TOTAL	mg n/l	105
8	FÓSFORO PARTICULADO	mg/l	8,13
9	PH	unidades de ph	5,10
10	ACIDEZ TOTAL	mg caco ₃ /l	27,79
11	ALCALINIDAD TOTAL	mg caco ₃ /l	82,94
12	CONDUCTIVIDAD	microsiemens/cm	1748
13	TURBIEDAD	unt	947

Fuente: Resultados laboratorio Analizar Ltda.; 17 de marzo del 2018.

Se hizo una toma de muestra inicial de la quebrada y los resultados de laboratorio se encuentran en la tabla 2, para conocer las características físico químicas y microbiológicas del agua. Las características iniciales del efluente doméstico sin tratamiento corresponden a un agua residual de concentración media, según lo reportado en la literatura (Metcalf & Eddy, n.d.). Cabe resaltar que en el decreto 1076 del 2015, en la sección 18 expone la conservación de los recursos naturales en los predios rurales resaltando que todas las personas deben construir pozos sépticos y colectar y tratar las aguas negras, así como evitar la incorporación de sustancias tóxicas a los cuerpos de agua (1076, 2015). Sin embargo, en la quebrada La Pinocha no se tiene en cuenta esta reglamentación y por tal motivo la fuente hídrica se encuentra en condiciones deplorables. (Araque N & Britto A, 2018)

Los valores límites permisibles de los parámetros físico-químicos del agua residual en cuanto a los valores de Ph debe estar en un rango de 6 a 9 unidades de Ph y la demanda química de oxígeno (DQO) no debe ser superior a 180 mg O₂/l. Asimismo, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) no debe ser mayor a 90 mg O₂/l, en cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST) no debe exceder de 90 mg/l (1631,

2015). De acuerdo a lo anterior los parámetros del agua residual de la quebrada La Pinocha no están cumpliendo con lo especificado por la resolución en cuanto Ph, DQO, DBO5 y SST debido a que la carga contaminante que presenta este afluente es muy alta. En el resumen de la tabla 2 se consignan los datos.

2. Dar seguimiento a parámetros de calidad del agua como pH, conductividad y turbiedad.

El seguimiento para la toma de datos se llevó a cabo durante una semana de lunes a domingo en la que se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3. Control de parámetros, turbiedad, pH y conductividad de las piscinas 1 y 2

CONTROL DE PARÁMETROS						
DIAS	TURBIEDAD UNT		PH		CONDUCTIVIDAD MICROSIEMENS/CM	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
SABADO	430	410,7	6,25	6,18	89,33	79,89
DOMINGO	540	502	6,32	5,23	98,4	82,5
LUNES	80,8	78,5	6,53	6,16	31,6	28,6
MARTES	75,6	73,28	5,15	5,03	34,28	32,16
MIRCOLES	98,4	86,45	5,74	5,16	67,89	63,2
JUEVES	67,2	65,83	5,28	5,08	42,15	39,06
VIERNES	130	142	6,64	6,57	18,1	20,6

Fuente: Lina Fernanda Espinosa Merchán

RESULTADOS

En el seguimiento dado para el crecimiento de los buchones se pudo establecer que hubo una diferencia en cuanto a la reproducción y el número de buchones de cada una de las piscinas, debido a que la piscina 1 estaba asignada para la entrada del fluido permitiendo el paso hacia las otras encontrándose en constante movimiento, que para el buchón no resulto favorable ya que para su desarrollo debe encontrarse en un ambiente estancado con movimiento lenticó del agua, sin embargo con una mayor cantidad de tiempo las piscinas logro tener una cantidad significativa del buchón de agua.

Por lo contrario para la piscina 2 resulto ser un medio de reproducción favorable en el que se pudo observar un crecimiento acelerado de la planta que a su vez por la gran cantidad de buchones, disminuía la velocidad de la corriente haciendo posible la multiplicación de estos en poco tiempo.

Finalmente en la piscina número 3 se refleja una situación similar a la 1 en la que su reproducción resulta ser más lenta que los demás estanques, pero con resultados favorables.

Dentro de las observaciones realizadas para el análisis microbiano realizado, se encuentran bacilos de coloración gram positivos, así como cocos y diplococos gram negativos que corresponden a un *Staphylococcus aureus* que se caracteriza por ser un patógeno humano el cual produce infecciones, para estos ensayos es indispensable el uso adecuado de cada una de las sustancias que permiten observar las características típicas de cada bacteria. Así mismo es indispensable tener un conocimiento apropiado de la morfología bacteriana ya que por su forma y tamaño de pueden confundir las especies.

En el estudio también se encontraron bacilos, Diplobacilos y Estreptobacilos en gran cantidad, de características gram Positivas, Los Cocos y Diplococos son los menos abundantes en la respectiva muestra de características gram negativas, estas tienen la capacidad de degradar muchas toxinas orgánicas, el herbicida más ampliamente utilizado en el mundo, en dióxido de carbono y agua. (Edelberg, n.d.)

De la misma forma se encuentran huevos de helminto, que también son generadores de enfermedades en los seres humanos, capaces de reproducirse aceleradamente. Este tipo de bacteria resulta ser de gran importancia ya que la producción de huevos es rápida dada en distintos lugares lo que es favorable para el desarrollo del proyecto.

En el análisis del agua se puede observar que las cantidades de DBO, DQO, sólidos totales y coliformes sobrepasan los límites asignados por la norma, demostrando que el agua de esta fuente hídrica se encuentra altamente contaminada.

Como se puede ver en la tabla 3 los días sábado y domingo son los tiempos con un aumento significativo en sus valores de turbiedad y conductividad ya que esta zona se caracteriza por tener una afluencia de turismo el cual concibe una ampliación de agentes contaminantes en las aguas de la quebrada La Pinocha.

CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos a través de los ensayos de laboratorio comparados con la literatura, se puede demostrar que el buchón de agua es una planta capaz de almacenar toda clase de microorganismos en sus raíces, aportando en la disminución de agentes contaminantes en el agua. Con la valoración microbiológica realizada se identifican diferentes seres vivos que pueden realizar el proceso de descomposición de la materia orgánica generando toda clase de bacterias que son de gran importancia para llevar a cabo un compostaje.

El control de la turbiedad, pH y conductividad del agua contribuyen en la justificación del uso de la mezcla en zonas apropiadas en las que no se ponga en riesgo la salud de la población ya que la literatura recomienda realizar un control del hábitat de desarrollo del buchón de agua para el uso apropiado del compost.

Dentro de las visitas de campo realizadas se observa que las bajas temperaturas reportadas en los meses de diciembre de 2018 y enero de 2019, han impedido la reproducción y crecimiento de los buchones de agua de una forma abundante como se observa en los otros meses del año.

Finalmente se puede concluir que la cantidad de microorganismos presentes en el buchón de agua, y los altos índices de contaminantes apuntan a la elaboración de un compostaje que debe ser usado solamente en la recuperación de suelos erosionados y de abono para plantas que no sean de consumo humano.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la caracterización microbiana del buchón, es importante tener en cuenta la caracterización de la materia orgánica a utilizar garantizando la descomposición adecuada del material.

Finalmente es importante que se evalúe el porcentaje de humedad contenida en el buchón de agua, ya que el proceso de descomposición de la materia orgánica genera una cantidad adicional de líquido que puede ocasionar la putrefacción de la mezcla.

GLOSARIO

BUCHÓN DE AGUA: Corresponde a una macrófita flotante acuática, planta invasora que se caracteriza por contribuir en la descontaminación de las aguas residuales.

COMPOSTAJE: Procedimiento por el cual se transforma la materia orgánica en abonos natural por medio de microorganismos.

FITORREMEDIACIÓN: Proceso que realiza una planta para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos contaminantes (naturales o sintéticos), de la tierra, del agua o del aire y que provienen de las actividades humanas.

HABITAD DULCEACUÍCOLA: es un habitat acuático que se caracteriza por ser de agua dulce y se clasifican en aguas lenticas o estancadas.

MACROFITA FLOTANTE: Planta que vive en un medio acuático.

MATERIA ORGÁNICA: Conjunto de células animales y vegetales descompuestas total o parcialmente por la acción de microorganismos.

MICROORGANISMOS TERMÓFILOS: Organismos vivos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas.

BIBLIOGRAFIA

- 1076, R. del 26 de mayo. (2015). Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- 1631, R. del 17 de marzo. (2015). MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 4.
- Ang, M., Agr, I., & Agr, I. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos, (March 2015).
- Araque N, I. D., & Britto A, M. C. (2018). DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN.
- Ayala, O. (2014). Prototipo de un compostador de uso doméstico automatizado con Arduino. Retrieved from [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/62545/Tesis Omar Ayala Cadena-split-merge.pdf?sequence=3](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/62545/Tesis%20Omar%20Ayala%20Cadena-split-merge.pdf?sequence=3)
- Castañeda Torres, S., & Rodriguez Miranda, J. P. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- Edelberg, J.-M. y. (n.d.). MANUAL MODERNO, MICROBIOLOGÍA MÉDICA. México.
- Guevara, M. F., & Ramírez, L. J. (2015). *Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador. *Revista de Ciencias de La Vida: La Granja*, 22(2), 5–11. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.01>
- Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA.
- Luisa, A., Poveda, F., & Su, T. R. (2017). Análisis del uso alternativo de buchón de agua para la descomposición de la materia orgánica.
- Metcalf, & Eddy. (n.d.). *Ingeniería de aguas residuales*, 2.
- Miranda, M. G., & Lot, A. (1999). El lirio acuático , ¿Una planta de México? *Ciencias*, 53, 50–54.
- Röben, E. (2002). *Manual de Compostaje Para Municipios*.
- Yepes, S. M., Johana, L., Naranjo, M., & Sánchez, F. O. (2008). VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES – FRUTAS – EN MEDELLÍN Y EL SUR DEL VALLE DEL ABURRÁ, COLOMBIA, 61(1), 4422–4431.