	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	Dependencia	Aprobado		Pág.
		<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(71)</b>

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Fredy Alejandro Álvarez Torrado Valeria López Melo		
<b>FACULTAD</b>	Facultad de ciencias agrarias y del ambiente		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Ingeniería ambiental		
<b>DIRECTOR</b>	Richard Alsina Chona		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Evaluación físico química y microbiológica del compost realizado a base de buchón de agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) o lirio acuático para el uso agrícola.		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Physical-chemical and microbiological evaluation of compost made from water hyacinth ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) or water lily for agricultural use.		
<b>RESUMEN</b>			
<p>Una de las fuentes hídricas “lago” de las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña presenta eutrofización por una especie <i>Eichhornia crassipes</i>, lo que interfiere en los ecosistemas que ahí se encuentran presentes, en este orden de ideas se hace necesario una estrategia para la limpieza del lago, que es la realización de abono de tipo orgánico, con el fin de utilizar la especie invasora como materia prima.</p>			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
<p>One of the water sources “lake” of the facilities of the Francisco de Paula Santander Ocaña University presents eutrophication by an <i>Eichhornia crassipes</i> species, which interferes with the ecosystems that are present there. In this order of ideas, a strategy is necessary to the cleaning of the lake, which is the creation of organic fertilizer, in order to use the invasive species as raw material.</p>			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Bocashi, <i>Eichhornia crassipes</i> , compostaje, fermentación		
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Bocashi, <i>Eichhornia crassipes</i> , Composting, Fermentation		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 70	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**Evaluación físico química y microbiológica del compost realizado a base de buchón de agua  
(*Eichhornia crassipes*) o lirio acuático para el uso agrícola.**

**Fredy Alejandro Álvarez Torrado**

**Valeria López Melo**

**Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco De Paula**

**Santander Ocaña**

**Ingeniería Ambiental**

**Ing. Richard Alsina Chona**

**10 de noviembre de 2023**

## Dedicatoria

### ✓ **Valeria López Melo**

Este trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios, por guiarme y darme la fuerza suficiente para culminar esta etapa. A mis padres por ser un pilar fundamental en mi vida, por su apoyo y amor incondicional, por siempre creer en mí y por demostrarme lo orgullosos que se sienten de todos mis logros, que de igual manera yo me siento orgullosa y afortunada de ser su hija. A mis hermanas por siempre estar presentes, por su amor y consejos, por darme palabras de aliento en los momentos que más necesité, por ser una parte esencial en mi vida. A mis familiares que me apoyaron y ayudaron en cada momento para cumplir este sueño. A mi novio y compañero de tesis, por su paciencia, amor y entrega en nuestro proyecto. Y a todas aquellas personas que siempre estuvieron ahí, que me brindaron un consejo y una mano amiga.

### ✓ **Fredy Alejandro Álvarez Torrado**

Este trabajo de grado se lo dedico primeramente a Dios por darme la capacidad y la facultad de realizarlo de la mejor manera, por darme las aptitudes necesarias y no desfallecer en ningún momento. Se lo dedico también a mi papá, Fredy Armando Álvarez Arévalo quien desde el cielo me cuida y me sonrío en cada paso que doy. A mi mamá, Yenith Sorely Torrado Álvarez por ser mi apoyo moral y económico siempre. A mi hermano, José Armando Álvarez Torrado. A mi novia y compañera de trabajo, Valeria López Melo por apoyarme siempre y ayudarme a ser responsable en este trabajo emprendido por los dos, a todos mis familiares y personas que fueron parte de este proceso y que aportaron su granito de arena.

## **Agradecimientos**

A nuestro director de tesis Richard Alsina Chona por ayudarnos y ser un maestro para nosotros en este proceso, gracias por su acompañamiento constante y por resolver todas y cada una de nuestras dudas.

A los jurados, el ingeniero Eimer Amaya Amaya y la Doctora Leidy Diana Ardila, por sus consejos en la elaboración de nuestro proyecto.

A la docente María Alejandra Vergel, por su tiempo, amabilidad y colaboración en la realización del análisis microbiológico.

A nuestros familiares, amigos y todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a que este proyecto se realizara con éxito de principio a fin.

## Índice

Capítulo 1: Evaluación físico química y microbiológica del compost realizado a base de buchón de agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) o lirio acuático para el uso agrícola.....	9
1.1 Planteamiento del problema.....	9
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo General.....	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.5 Delimitaciones.....	14
1.5.1 Delimitaciones geográficas.....	14
1.5.2 Delimitaciones temporales.....	15
1.5.3 Delimitaciones conceptuales.....	15
1.5.4 Delimitaciones operativas.....	17
Capítulo 2: Marco referencial.....	19
2.1 Marco Histórico.....	21
2.2 Marco Contextual.....	22
2.3 Marco conceptual.....	23
2.3.1 Abonos orgánicos.....	23
2.3.2 Sostenibilidad.....	23
2.4 Marco teórico.....	25
2.5 Marco Legal.....	27
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	29
3.1 Tipo de Investigación.....	29

3.1.1	Procesos .....	29
3.1.2	Población y muestra.....	31
3.1.3	Técnicas e instrumentos de recolección de información .....	33
3.2	Administración del proyecto.....	36
3.2.1	Recurso humano. Para el desarrollo de la presente investigación intervendrán las siguientes personas:.....	36
3.2.2	Recurso institucional.....	36
3.2.3	Recurso financiero .....	36
3.3	Cronograma.....	38
Capítulo 4:	Resultados.....	39
4.1	Resultado del primer objetivo .....	39
4.2	Resultado del segundo objetivo específico .....	42
4.3	Resultado del tercer objetivo específico.....	46
4.3.1	Análisis Físicoquímico.....	46
4.3.2	Análisis microbiológico .....	54
Capítulo 5:	Conclusiones.....	61
Capítulo 6:	Recomendaciones.....	62
Referencias	.....	63
Apéndices	.....	68

**Lista de tablas.**

Tabla 1. Insumo para la preparación del Bocashi.....	30
Tabla 2. Requisitos específicos según la NTC 5167.....	35
Tabla 3. Presupuesto.....	37
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	38
Tabla 5. Caracterización taxonómica del buchón de agua .....	39
Tabla 6. Cantidad de materiales para el fertilizante.....	42
Tabla 7. Contenido nunimetral de los estiercoles .....	44
Tabla 8. Lineamientos técnicos para el envío de muestra al laboratorio de suelos AGROSAVIA	47
Tabla 9. Comparación de resultados del análisis fisicoquímico y la NTC 5167.....	49
Tabla 10. Comparación de resultados del análisis microbiológico y la NTC 5167.....	57

## Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica.....	15		
Figura 2. Lago II - Granja Experimental.....	32		
Figura 3. Comportamiento del proceso de fermentación .....	34		
Figura 4. Buchón de agua (Eichhornia crassipes).....	39		
Figura 5. Mezcla de insumos.....	43		
Figura 6. Mezcla de los materiales sobre el suelo .....	43		
Figura 7. Adición de la mezcla a la pila de abono .....	44		
Figura 8. Gráfica del comportamiento de la temperatura.....	45		
Figura 9. Volteo de la pila de compost.....	46		
Figura 10. Comparación de resultados de análisis fisicoquímico según la NTC 5167.....	50		
Figura 11. Resultado del análisis fisicoquímico de la humedad.....	51		
el carbono orgánico oxidable.....	52	Figura 12. Resultado del análisis fisicoquímico de	
la capacidad de intercambio catiónico .....	53	Figura 13. Resultado del análisis fisicoquímico de	
	54	Figura 14. Medios de cultivos servidos	
.....	55	Figura 15. Preparación de disoluciones de la muestra	
y agar chromocult.....	55	Figura 16. Incubación de los medios agar salmonella	
nitrogeno .....	56	Figura 17. Enumeración de IIEC de fijadores de nitró	
Figura 18. Enumeración de UFC de solubilizadores de fosfato .....	56		
Figura 19. Agar Salmonella.....	58		
Figura 20. Agar Chromocult.....	58		
Figura 21. Fijadores de nitrógeno .....	59		
Figura 22. Solubilizadores de fosfato.....	60		



## Lista de apéndices

<b>Apéndice A:</b> Resultados de laboratorio.....	68
<b>Apéndice B</b> Extracción y recolección del buchón de agua.....	69
<b>Apéndice C:</b> Comparación de costos sobre la elaboración de un abono orgánico y un fertilizante químico.....	70

## Capítulo 1 Evaluación físico química y microbiológica del compost realizado a base de buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) o lirio acuático para el uso agrícola.

### 1.1 Planteamiento del problema

Según Rojas Sandoval & Acevedo Rodríguez (2013) “A partir de inicios del siglo XX, *Eichhornia crassipes* fue identificada como una planta problemática y declarada maleza dañina. Ejemplificando, en Fiji se proclamó una planta perjudicial, ha sido una de las primeras plantas en ser distinguida como maleza perjudicial en el primer mes del año de 1923 y se manifestó ilegal cultivarla en un estanque de nenúfares (Parham, 1958). La carencia de control regulatorio efectivo fue responsable de la mayor parte de las peores infestaciones en el planeta. La facilidad presente con la que las plantas, incluida *Eichhornia crassipes*, permanecen accesibles en Internet amenaza los esfuerzos para evadir la comercialización y propagación de especies de malezas a las naciones que las integran en la lista negra.

Según Jiménez Luna & Silva Moscoso (2018) que a su vez citó a (Bock, 1969; Charudattan, 1986, Williams et al., 2005, Franco Vidal et al., 2007, Katereggay Sterner, 2007). Afirma que: “El buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), ha ocasionado impactos en los medios que habita, afectando la entrada de la luz, el hábitat de especies nativas, la navegación y con ello perjudicando la dinámica natural de los ecosistemas”

Ocaña no es ajena a la problemática con respecto a la proliferación del Buchón de agua. En la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña dentro de su composición espacial cuenta con dos fuentes hídricas que son de gran importancia para el equilibrio ecosistémico y que en algún momento se quiso implementar una especie acuática como lo es el *Eichhornia crassipes* para el control de contaminación del afluente, que a su vez se generó un efecto negativo sobre el

recurso hídrico, esto debido a la rápida y fácil propagación lo que hace difícil el control de estas plantas, ya que generan un colchón verde que impide el correcto desarrollo de las especies que habitan en dicho estanque, en base a ello se puede inferir que las soluciones implementadas descartan la capacidad de aprovechamiento en diferentes procesos de la especie en cuestión, como por ejemplo su capacidad para el tratamiento de aguas residuales o su capacidad de absorción de metales pesados.

El buchón de agua es una problemática de la cual debemos hacernos cargo atendiendo a la necesidad de buscar alternativas sostenibles que nos permitan generar nuevas actividades enfocadas en el control y manejo adecuado para así recuperar este ecosistema ubicado en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña.

Las diferentes formas de aprovechamiento deben estar enfocadas en la reutilización o en la implementación como materia prima para nuevos procesos que permitan satisfacer una necesidad y a su vez solventar una problemática, también sabemos que el buchón de agua es una planta con crecimiento exponencial y que solo retirarla no representa una solución efectiva que nos garantice que esta especie no generará más impactos negativos sobre el estanque ubicado en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, debemos también acatar que en este lago se encuentran tortugas, peces y babillas, esto significa que al no atender correctamente esta difícil situación se terminará perdiendo la biodiversidad de dicho ecosistema que al igual que el buchón de agua fueron introducidos.

El buchón de agua o lirio acuático no solo es considerado como una especie invasora que termina por destruir ecosistemas, sino que también es una materia prima ya que tiene varios usos los cuales generan productos que facilitan o contribuyen al mejoramiento de los procesos y dinámicas de producción enfocando estos procesos a nuevas tendencias de producción más

limpia convirtiéndose así en un modelo de rendimiento que permite no solo solventar una problemática sino que también disminuir los impactos que se generan en los hábitats.

La protección del medio ambiente es fundamental debido a que gracias a los ecosistemas nosotros obtenemos diferentes servicios de los cuales dependemos para nuestra supervivencia, no obstante, sabemos que existen dinámicas insuficientes al momento de controlar problemáticas que deterioran su capacidad productiva.

Es necesario entender la importancia de los ecosistemas lenticos y loticos para dinamizar y desarrollar actividades eficientes que permitan aprovechar no solamente en las especies invasoras como el buchón de agua, sino también brindar una solución oportuna y una alternativa viable nivel ambiental y social.

## **1.2 Formulación del problema**

¿El compostaje a base de buchón de agua, cumplirá con los parámetros permisibles para la implementación como enmienda orgánica?

## **1.3 Objetivos.**

### ***1.3.1 Objetivo General.***

- ✓ Evaluar la calidad físico química y microbiológica del compost elaborado a partir del Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) o lirio acuático para el uso agrícola.

### ***1.3.2 Objetivos específicos.***

- ✓ Caracterizar el tipo de Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) que se utiliza para producir el compostaje de uso agrícola, mediante investigación bibliográfica.
- ✓ Elaborar un compost a partir del Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) mediante la técnica del Bochasi para uso agrícola.
- ✓ Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del compost elaborado a base Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), con el fin de que se conozca su eficiencia y viabilidad.

### **1.4 Justificación**

La rápida proliferación del Buchón de agua dentro de la fuente hídrica “lago” que se encuentra en la granja experimental de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña es un tema de vital importancia ya que en este ecosistema podemos encontrar diferentes especies de fauna, al ver que el manejo que se le da a esta especie de flora es ineficiente debido a que este se regenera y vuelve a “infestar” el afluyente generando impactos negativos como lo es el proceso de eutrofización, que causa una dificultad en la incidencia de rayos de luz solar, que entorpece el proceso natural de la fotosíntesis, impidiendo que se genere vida dentro del agua debido a la falta de oxígeno, por otra parte (Jiménez Luna & Silva Moscoso, 2018) El Buchón tiene una tasa de crecimiento muy rápida al punto que puede llegar a duplicar el número de retoños en tan solo una semana. Debido a sus flores vistosas, a la capacidad de absorber y captar nutrientes del agua (Navarro y Phiri, 2000).

Por otra parte, debemos buscar alternativas para el aprovechamiento sostenible del Buchón de agua, generando así un producto que nos permita explotar de una mejor manera las

características de la especie, no obstante debemos establecer rutas y seguimientos que nos traigan consigo, la utilización de los residuos vegetales y animales para la preparación de enmiendas orgánicas se muestra como una opción para minimizar el uso de fertilizantes químicos, impulsar una agricultura ecológica, al tiempo que da materia orgánica al suelo y optimización su composición. Con el interés de crear un abono orgánico con cualidades óptimas para ser usado como enmienda, se aprovecharon 2 componentes; la capacidad del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) de juntar nutrientes (nitrógeno y fósforo) y estiércol bovino rico en nitrógeno. (Jiménez, 2015)

El lirio se considera una especie invasora nociva que tiene un gran impacto en el medio ambiente, la salud humana y el desarrollo económico, sin embargo, se considera un recurso con un inmenso potencial. La enorme biomasa se ha utilizado en el tratamiento de aguas residuales, remediación de metales pesados, eliminación de tintes, como fuente de biocombustibles, generación de energía, industria, alimentos para humanos y antioxidantes, productos farmacéuticos, alimentos para mascotas, agricultura, alelopatía y la fabricación de artículos para el hogar. Tiene altas tasas de eliminación de varios tintes y metales pesados como: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Manganeseo (Mn), Mercurio (Hg) y Arsénico (As). Las esteras formadas por el nenúfar interrumpen el transporte de agua, la agricultura, las actividades turísticas, etc. La alta densidad del nenúfar puede reducir el nivel de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, lo que lleva a una reducción de la fauna acuática. (Lara Rodríguez, et al., 2021).

La aplicación de compost de Buchón de agua puede tener efectos positivos en las propiedades físicas del suelo, como la estructura, la capacidad de retención de agua y la permeabilidad. La evaluación físico-química del compost permite comprender cómo afecta estas

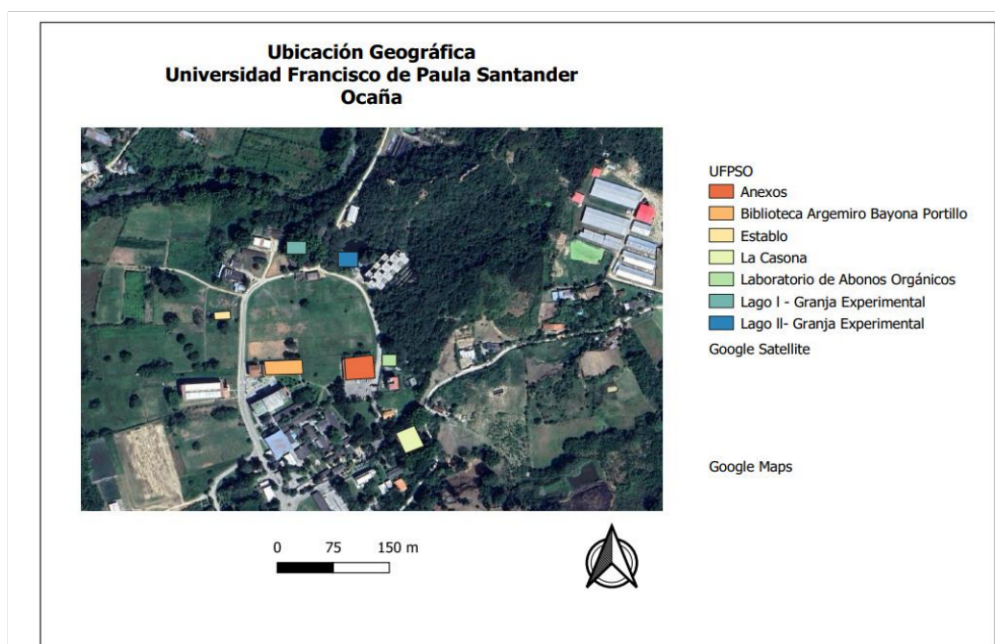
propiedades del suelo y cómo se puede utilizar de manera efectiva para mejorar la calidad y productividad del suelo agrícola, el Buchón de agua es una planta acuática invasora en muchos ecosistemas, su uso como materia prima en la producción del Bocashi ofrece una oportunidad para su control y manejo sostenible, no obstante, su implementación como materia prima también representa una forma de controlar y aprovechar esta planta invasora, ayudando a restaurar los ecosistemas acuáticos y reducir su impacto negativo.

La evaluación físico-química y microbiológica del compost permite asegurar que el proceso de compostaje haya eliminado adecuadamente las semillas y propagación de la planta invasora, reduciendo así su potencial de dispersión a nuevos entornos además de ello según Rodríguez Meléndez, Colmenares Mestizo , Barragán Vega , & Mayorga Betancourt (2016), los recursos de biomasa de Colombia son importantes gracias a la extensa actividad agrícola del país y su gran biodiversidad; Además de generar electricidad, también pueden utilizarse para generar energía térmica, mecánica y combustible. "La biomasa es cualquier cosa que se puede obtener directa o indirectamente de la fotosíntesis de las plantas, ya sea en forma vegetal o animal". *Eichhornia crassipes* sin duda representa diferentes formas de producción.

## **1.5 Delimitaciones**

### ***1.5.1 Delimitaciones geográficas.***

El proyecto de grado se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, que se encuentra ubicada vía Acolsure. Se trabajó principalmente en el Lago II – Granja Experimental y en el laboratorio de abonos orgánicos.

**Figura 1.***Ubicación geográfica.**Nota:* Elaboración Propia**1.5.2 Delimitaciones temporales.**

Para el correcto desarrollo de los objetivos propuestos en la investigación se contó con un tiempo estimado de 3 meses.

**1.5.3 Delimitaciones conceptuales.**

**1.5.3.1 Producción.** La producción es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos, por lo tanto, es cualquier actividad que aprovecha los recursos y las materias primas para poder elaborar o fabricar bienes y servicios, que serán utilizados para satisfacer una necesidad (Quiroa, 2019).



**1.5.3.2 Sostenibilidad.** Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación de estos. La sostenibilidad en palabras simples, es la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suya. (RSS, 2022).

**1.5.3.3 Compostaje.** Es la técnica de observar a la naturaleza en el proceso de la descomposición, que se produce cuando las plantas y restos orgánicos de los animales muertos se acumulan en el suelo y se descomponen gracias a los insectos y microorganismos para transformarse en nutrientes para las plantas. (Conciencia ECO, 2013).

**1.5.3.4 Buchón de agua.** El buchón o Jacinto de agua, es una planta acuática originaria de la cuenca del Amazonas, entre las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo; en Colombia está categorizada como una especie de alto riesgo (Corpoboyacá, s.f).

**1.5.3.5 Gestión Ambiental.** La gestión ambiental puede definirse como el control y control de todas las actividades humanas que afectan el medio ambiente a través de un conjunto de lineamientos, técnicas y mecanismos que aseguren la implementación de políticas ambientales razonables y sustentables. En pocas palabras, la gestión ambiental es un conjunto de actividades humanas encaminadas al ordenamiento racional del medio ambiente (GRN, s.f).

**1.5.3.6 Actividad agrícola.** La agricultura es la actividad dedicada al cultivo de la tierra para productos de uso humano y alimentación animal. Son los que conforman el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas cubiertas por este sector (excepto la pesca) se basan en el desarrollo de suelos o recursos de los que se derivan suelos de la naturaleza o de la actividad humana (pastos, forrajes, otros alimentos para animales, etc.) (Junta de Andalucía, s.f).

#### ***1.5.4 Delimitaciones operativas.***

✓ **Etapa I: Caracterización del tipo de buchón de agua.**

Para la caracterización del tipo de Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) que se utilizó para producir el compostaje de uso agrícola, se realizó una búsqueda a través de sitios web que permitieron identificar sus debidas características y de esta manera lograr un acercamiento a las distintas utilidades que se le puede dar al lirio acuático.

✓ **Etapa II: Elaboración del compost.**

**Recolección y preparación de los materiales:** Para la recolección se llevó a cabo la extracción del Buchón de agua del Lago II (Figura 3) ubicado en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, para luego ser llevado al laboratorio de abonos orgánicos en donde se realizó la preparación, se trituro el Buchón de agua en trozos más pequeños para facilitar su descomposición y se conservó por un periodo de tiempo para así lograr disminuir su porcentaje de humedad.

Se realizó la recolección de la gallinaza, bovinaza y caprinaza en las diferentes extensiones de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

**Combinación con materiales adicionales:** Para la elaboración del abono se utilizaron materiales altos en fibra, para poder así mantener los suelos más aireados, lo que ayuda a obtener mejor infiltración de las aguas y del aire, con este tipo de materiales también se busca que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno (Ministerio de agricultura y ganaderia, 2011).

**Preparación de la pila de compost:** En el laboratorio de abonos orgánicos del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la UFPSO, se realizó la preparación del Bocashi de la siguiente manera:

Se adicionó al buchón de agua los siguientes insumos: gallinaza, caprinaza, bovinaza, ceniza, suelo y cascarilla de arroz, mezclándose hasta lograr homogenizarse. Se agregó el suelo con el fin de que se incorporarán bacterias que realizarán el proceso de fermentación.

Se realizó la mezcla de melaza, agua, leche, y levadura en un recipiente aparte para luego ser añadido a la pila poco a poco para que se distribuyera bien por todo el abono y lograr homogenizar por completo.

Luego de terminar el montaje del abono, se cubrió con un plástico para protegerlo de los rayos del sol y del agua.

**Mantenimiento y cuidado de la pila de compost.** Por un periodo de 15 días se realizó un monitoreo y control diario de la temperatura durante el proceso del compostaje desde su montaje hasta la maduración.

Se midió la temperatura interna del compost durante 15 días y se estabilizó dándole vuelta a la pila.

## Capítulo 2 Marco referencial.

El proyecto se basa en la evaluación fisicoquímica y microbiológica del compost elaborado a partir del buchón se agua, según Fonseca (2021) quien a su vez citó a (Hernández Lara et al., 2021) afirma que: el compostaje también se entiende como un proceso biológico, en el que la descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo por las actividades metabólicas que realizan los microorganismos en condiciones anaerobias y los que intervienen en la transformación de los residuos, limitando potencialmente su desarrollo. también se ocupa de sí mismo.

Es fundamental realizar una caracterización exhaustiva de varios parámetros para garantizar un adecuado desarrollo del compostaje a base de Buchón de agua(*Eichhornia crassipes*) o lirio acuático, según Laich (2011) los microorganismos desempeñan un papel crucial a lo largo de todo el proceso de compostaje y la maduración del compost, ya que contribuyen al aumento de la temperatura durante la descomposición, lo que a su vez reduce la presencia de patógenos vegetales y animales, así como de malas hierbas. La presencia de microorganismos específicos con diferentes capacidades enzimáticas refleja la evolución del proceso de compostaje, y esto tiene como resultado un compost de alta calidad con valor agregado.

Dentro de los microorganismos, las bacterias son especialmente relevantes debido a su gran diversidad metabólica y su capacidad para degradar una amplia variedad de sustratos de carbono. Además, estas bacterias pueden adaptarse a condiciones ambientales diversas, como la disponibilidad de alimentos, condiciones secas o ácidas, y niveles bajos de nitrógeno. Su participación activa en el proceso de compostaje contribuye a la descomposición de la materia orgánica y a la liberación de nutrientes esenciales para las plantas (Caycedo et al., 2021).

No obstante, en el compostaje y la calidad del mismo se revisan los principios y procesos del compostaje, incluyendo los factores que influyen en la descomposición de la materia orgánica y la formación del compost. También se exploran los parámetros físicos y químicos utilizados para evaluar la calidad del compost, como la concentración de nutrientes, contenido de materia orgánica, relación C/N, pH, capacidad de retención de agua y contenido de metales pesados, a su vez se exploran los beneficios y aplicaciones del compost agrícola, incluyendo su papel en la mejora de la calidad del suelo, fertilidad, retención de agua, control de enfermedades y promoción del crecimiento de las plantas. Además, se examinan estudios previos que hayan evaluado el uso del compost de Buchón de agua en la agricultura, destacando los resultados obtenidos y las recomendaciones prácticas (Ansorena et al., s.f.).

El compostaje brinda la posibilidad de convertir de manera segura los desechos orgánicos en insumos para la producción agrícola, sin embargo, no todos los materiales que han sido convertidos aeróbicamente se consideran compost. El proceso de compostaje incluye varias etapas que deben completarse para obtener un compost de calidad. Uso de materiales que no han completado correctamente el proceso de compostaje

El compostaje es un proceso biológico que ocurre en condiciones aeróbicas (oxígeno presente). Con una humedad y temperatura adecuadas, se asegura una higiénica transformación de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. El compost puede interpretarse como la suma de los complejos procesos metabólicos llevados a cabo por diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) que hay para producir su propia biomasa. En este proceso, los microorganismos también producen calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, se llama compost. Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos emiten calor

medible a través de variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Dependiendo de la temperatura generada durante el proceso, existen tres etapas principales en el compostaje, además de la etapa de curado que varía en duración (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

## 2.1 Marco Histórico

Especie acuática flotante, de raíces sumergidas de libre flotación cuya altura puede llegar a 50 cm e incluso 1 m en condiciones tropicales muy favorables. Origina un rizoma ramificado que puede llegar a 30 cm de longitud, con varios entrenudos cortos los cuales producen una hoja y una raíz. Los brotes axilares desarrollan hojas que son gruesas, brillantes y con aspecto ceroso que sobresalen por encima de la superficie del agua. Tienen forma ovoidea, oval o elíptica que llegan a medir de 2 a 15 cm de longitud y de 2 a 10 cm de anchura, con los bordes ligeramente curvados y con numerosas venas finas y longitudinales, se disponen espiral mente, dando un aspecto de roseta. Los peciolos son gruesos y esponjosos; son alargados, hinchados en el medio y afilados hacia la estipula o pueden formar un bulbo flotante con tejido esponjoso (Solms, s.f).

El lóbulo principal de cada flor tiene un parche de color amarillo brillante, con forma de diamante rodeado de color púrpura. Fruto en cápsula que puede contener hasta 450 semillas pequeñas, cada una de aproximadamente 1 x 3 mm. La polinización, principalmente por viento, puede dar lugar a una buena producción de semilla, aunque en algunas poblaciones puede haber un alto grado de auto a incompatibilidad. Su reproducción es principalmente de tipo vegetativo por estolones y por semillas. Las semillas son capaces de germinar inmediatamente, pero pueden permanecer en estado latente durante muchos años. Competencia Contaminación Modificación de la hidrología Modificación de las comunidades bénticas naturales Modificación de los regímenes de nutrientes Modificación de los patrones de sucesión Transpiración Transmisión de enfermedades Reducción de las velocidades del flujo de agua hasta en un 97 % Reducción de la

escorrentía y aumento de la sedimentación. Sirve como huésped de plagas como el caracol *Biomphalaria glabratus* que alberga *Bilharzia schistosoma mansoni* o vectores de la enfermedad de la esquistosomiasis (SIB, s.f).

## 2.2 Marco Contextual

Ocaña es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Norte de Santander, al nororiente del país. Es conocida coloquialmente como la Provincia de Ocaña. Cuenta con una extensión de 672, 27 km<sup>2</sup> y una altitud media de 1202 m.s.n.m. Está ubicado al occidente del departamento, sobre la cordillera oriental y se encuentra atravesado por dos ríos: el Algodonal y el Tejo. Siendo sus coordenadas geográficas: longitud oeste de Greenwich 73° 21' 28'' y una latitud norte 8° 14' 11''. Limita al norte con los municipios de Teorema, Convención y El Carmen, al sur y al oeste con el departamento del Cesar, y al este con los municipios de Abrego, La Playa y San Calixto (García P, García P, & Arias, 2008).

En el municipio de Ocaña se encuentra la seccional de la universidad Francisco de Paula Santander, que se ubica al suroriente vía Acolsure, a tres (3) kilómetros de la ciudad, con una extensión de 105 hectáreas (Ocaña, 2014).

La universidad cuenta con una extensión donde se localizan dos (2) lagos, los cuales en el trabajo fueron nombrados como Lago I- Granja Experimental y Lago II- Granja Experimental. En estas fuentes hídricas encontramos el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) el cual es objetivo del proyecto de investigación. También cuenta con un laboratorio de abonos orgánicos, en donde se llevó a cabo la preparación y compostaje del Bocashi.

El trabajo se realizó en la Universidad, donde inicialmente se hizo uso del Lago II – Granja Experimental, donde se extrajo la materia prima y seguido de esto se trabajó en las instalaciones del laboratorio de abonos orgánicos.

## **2.3 Marco conceptual.**

### ***2.3.1 Abonos orgánicos***

El abono orgánico consiste en la transformación de desechos de origen animal, vegetal o mixto como el estiércol, desechos domésticos, residuos de cultivos los cuales mediante acciones microbianas permiten aportar nutrientes al suelo con el fin de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Borrero, s.f.).

### ***2.3.2 Sostenibilidad***

Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación de estos (RSS, 2022).

#### **✓ Compostaje**

Simula el proceso de descomposición de la materia orgánica en la naturaleza, pero realizado de forma controlada y optimizada (Tortosa, 2008).

#### **✓ Proceso de compostaje**

**Fase mesófila:** El material elaborado comienza su proceso de compostaje a una temperatura ambiente y en los siguientes días empieza a aumentar progresivamente, esto debido a la actividad microbiana, ya que los microorganismos utilizan fuentes sencillas de C y N generando calor (Jiménez & Lozano, 2015).



**Fase termófila:** En esta fase el material alcanza temperaturas superiores a 45°C, los microorganismos mesófilos son reemplazados por bacterias termófilas, las cuales crecen en temperaturas altas y facilitan la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos transforman el nitrógeno en amoníaco, y debido a las temperaturas elevadas se eliminan los patógenos, larvas y semillas (Jiménez & Lozano, 2015).

**Fase mesófila II:** La temperatura desciende hasta llegar a los 40- 45°C, esto se da por el agotamiento de las fuentes de carbono y de nitrógeno. Al bajar la temperatura los organismos mesófilos reinician su actividad (Jiménez & Lozano, 2015).

**Fase de maduración:** Es un periodo en el que se encuentra a temperatura ambiente, donde se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos que ayudan a mejorar las propiedades del suelo aumentando la capacidad de intercambio catiónico y ácidos fúlvicos que ayudan a mejorar el enraizado de las plantas (Jiménez & Lozano, 2015).

**Buchón de agua:** El buchón o Jacinto de agua, es una planta acuática originaria de la cuenca del Amazonas, entre las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo; en Colombia está categorizada como una especie de alto riesgo (Corpoboyacá, s.f).

**Gestión Ambiental:** La gestión ambiental puede definirse como el control y control de todas las actividades humanas que afectan el medio ambiente a través de un conjunto de lineamientos, técnicas y mecanismos que aseguren la implementación de políticas ambientales razonables y sustentables. En pocas palabras, la gestión ambiental es un conjunto de actividades humanas encaminadas al ordenamiento racional del medio ambiente (GRN, S.F).

**Actividad agrícola:** La agricultura es la actividad dedicada al cultivo de la tierra para productos de uso humano y alimentación animal. Son los que conforman el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas cubiertas por este sector (excepto la pesca) se basan en el desarrollo de suelos o recursos de los que se derivan suelos de la naturaleza o de la actividad humana (pastos, forrajes, otros alimentos para animales, etc.) (Junta de Andalucía, s.f).

#### **2.4 Marco teórico.**

Por su abundante producción de biomasa y sus propiedades nutricionales durante todo el año, incluso en época seca, la especie *Eichhornia crassipes* es una especie que puede ser utilizada para la preparación de forrajes para la alimentación de diversos grupos de animales de interés técnico en la ganadería. bovinos, porcinos, aves y peces. *Eichhornia crassipes* se presenta como una alternativa que puede ser utilizada en sistemas productivos sustentables desde el punto de vista económico, ambiental y social en el trópico.

El análisis químico indica que puede incluirse en formulaciones de alimentos para rumiantes y no rumiantes, pero tiene limitaciones nutricionales debido a su bajo contenido de materia seca y digestibilidad en comparación con especies de plantas similares. Sin embargo, las pruebas de consumo de este tipo han reportado una buena aceptación por parte de los animales, lo que indica un alto grado de palatabilidad y potencial de uso. Debido a la capacidad que tiene la especie para absorber, acumular, precipitar y/o tolerar altas concentraciones de contaminantes como metales pesados, compuestos orgánicos y compuestos radiactivos, se recomienda para su uso realizar análisis de toxicidad y contenido de dichos compuestos. en las plantas antes del consumo animal (León, 2018).

Pato, aguapé, malangueta, lechuguín, cucharilla, Jacinto de agua o loto, son los nombres comunes que recibe esta planta, presente en ríos, lagos, represas y cuerpos de agua superficiales del país. Es nativo de América del Sur, desde el río Amazonas hasta América del Norte. También estuvo presente en el viejo continente; África, Japón, China, India y otros fueron invadidos por esta planta destructiva. Se puede concluir que en la mayoría de los cuerpos de agua donde hay lotos, se puede observar una alta contaminación del agua. Principalmente aguas residuales municipales e industriales o contaminación con suelos erosionados y fértiles. Por lo tanto, al minimizar la emisión de este contaminante, se puede reducir significativamente el crecimiento de esta maleza en países como Argentina, desde 1979, con la liberación del insecto *Neochetina bruchi* en lagos infestados de nenúfares, donde solo se encontró *Sameodes albigutalis*. en control biodiversidad a través del método de limpieza del lago (Estrucplan, 2007).

Existen cantidades de recursos que pueden ser utilizados en la alimentación de nuestros animales, la fácil reproducción del buchón de agua lo convierte en una mala hierba difícil de erradicar, lo que aumenta la evapotranspiración e impide la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno, lo que provoca una disminución de la calidad del agua, favoreciendo la reproducción de insectos y, entre otras cosas, reduciendo la superficie del nivel freático. Se han propuesto muchas soluciones en todo el mundo para controlar el crecimiento excesivo de esta planta en los sistemas acuáticos. Entre las diversas recomendaciones planteadas junto al control químico y biológico se encuentra su uso como fuente de proteína para la industria de la alimentación animal y en la elaboración de concentrados proteicos de la hoja, además de su uso como alimento animal, existen múltiples usos de la taruya, como la artesanía. y demás productos elaborados con su fibra. Pero para nuestro trabajo solo nos referimos a la elaboración de un suplemento dietético

para rumiantes en épocas en que la oferta de pastos con excelentes cualidades nutricionales es escasa (Guerra, 2009).

La *Eichhornia crassipes*, más conocida como buchón de agua, Jacinto de agua o nenúfar que, por desgracia, al no hacer frente a su labor de depuración, se reproduce exponencialmente y se convierte en una mala hierba acuática de difícil control y un problema medioambiental. Lo que hoy es un metro cuadrado de buchón, mañana son 1,20 metros cuadrados. La celulosa de plantas acuáticas es una opción innovadora para hacer frente a esta crisis de materias primas (El Colombiano, 2009).

## **2.5 Marco Legal.**

Según CAR (s.f) la legislación sobre el buchón de agua se fundamenta en:

Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974): “La introducción o importación al país de especies animales o vegetales sólo podrá efectuarse previa autorización del gobierno nacional” (Art. 290). Y “Requiere autorización especial la importación, producción, venta o expendio de híbridos o nuevas especies logradas mediante el uso de recursos genéticos” (Art. 291).

Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Decreto 622 de 1977): “Prohíbe la introducción transitoria o permanentemente de animales, semillas flores o propágulos de cualquier especie” (Art. 30, Núm. 12).

Aprobación del Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste: (Ley 12 de 1992): La obligación de prevenir, reducir y controlar, en el mayor grado posible: “La introducción de especies de fauna y flora exóticas,

incluyendo trasplantes (Literal c) y otras actividades susceptibles de producir deterioro ambiental” (Literal d) (Art. 7).

Sistema Nacional Ambiental – SINA: (Ley 99 de 1993): “Se asigna al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial la función de otorgar la licencia ambiental para la introducción al país de parentales para la reproducción de especies foráneas de fauna y flora silvestres que puedan afectar la estabilidad de los ecosistemas o de la vida salvaje” (Art. 52, Numeral 12).

## Capítulo 3 Diseño Metodológico.

### 3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación se consideró como aplicada experimental y descriptiva. Se habla de aplicada experimental debido a que, mediante el trabajo de campo se recolectan datos a través de los análisis y resultados, los cuales tienen en cuenta variables físico químicas y microbiológicas con el fin de cumplir con lo establecido en la norma técnica colombiana.

Se considera investigación descriptiva porque nos permite conocer las soluciones al problema por el cual se está trabajando en campo, y de la misma manera analizar los datos obtenidos para mediante graficas estadísticas lograr mostrar los resultados.

Se implementó una técnica para la degradación de la materia orgánica a través de un proceso de fermentación, donde el objetivo principal de las bacterias es la transformación del buchón de agua en un tipo de fertilizante orgánico.

La técnica aplicada fue del Bochasi, palabra del idioma japonés que significa “materia orgánica fermentada”. Este método consiste en cocinar al vapor la materia orgánica mediante el aprovechamiento del calor generado por el proceso de fermentación aeróbica.

#### 3.1.1 *Procesos*

Como primera etapa se retiran 70 kilogramos del buchón de agua que se encuentran establecidos en el Lago II- Granja Experimental de la Universidad, con el fin de ser trasladados hasta el laboratorio de abonos orgánicos para la elaboración del Bocashi. Este laboratorio está ubicado en la entrada del jardín botánico, área donde se fabrican los diferentes tipos de abonos para ensayos de investigación.

En la segunda etapa se procede a triturar manualmente el buchón de agua, con el propósito de disminuir las partículas más pequeñas garantizando el proceso de degradación más eficiente.

En esta tercera etapa se procede a agregar cada una de las materias orgánicas disponibles en la universidad, que son generadas mediante actividades cotidianas en los diferentes proyectos de producción animal de la granja institucional.

En la Tabla 1 se menciona la materia orgánica que se aplica en la preparación del Bocashi.

**Tabla 1.**  
**Insumo para la preparación del Bocashi**

<b>Insumos</b>	<b>Cantidad</b>
Buchón de agua	70 kilos
Bovinaza	33 kilos
Caprinaza	20 kilos
Gallinaza	30 kilos
Melaza	5 kilos
Ceniza	5 kilos
Cascarilla de arroz	20 kilos
Suelo	20 kilos
Levadura	20 gramos
Leche	1 litro

*Nota.* Elaboración propia.

En esta misma etapa se aplica la levadura que actuará como la inoculación de los microorganismos, la cual garantizará el inicio de proceso de fermentación, de igual manera se aplicará agua y melaza en un 70%, como fuente de energía para los microorganismos.

Para determinar el porcentaje de humedad, se procede a mezclar la pila de materiales varias veces hasta lograr su homogeneidad y procedente a esto se toma una cantidad en la mano de la mezcla comprimiéndola hasta ver salir tan solo una gota de agua.

Como una quinta etapa conociendo el % de humedad, se procede a cubrir la mezcla con un plástico impermeable lo cual se hace necesario para realizar de manera adecuada el desarrollo de la fermentación en el que este actúa como proceso anaerobio.

En la etapa final se lleva un monitoreo diario durante los siguientes 15 días posteriores a la preparación del Bocashi, en el que se registran las temperaturas obtenidas por el proceso de compostaje del Buchón de agua.

### ***3.1.2 Población y muestra***

**Población.** Con respecto al proyecto se logra definir el afluente afectado por una especie acuática que a su vez le genera una afectación al recurso hídrico, en este caso la población es limitada por la cantidad de buchón de agua que se encuentra en el lago II de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en el que su proliferación es demasiado rápida.

**Muestra:** Es de gran importancia el tipo de metodologías a tener en cuenta, ya que la determinación del buchón de agua se encuentra directamente relacionada con la afectación con uno de los lagos de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. La población a muestrear es el lirio de agua ya que este es el que genera un impacto sobre la fuente hídrica.



**Figura 2.***Lago II Granja Experimental*

*Nota:* Elaboración propia

Para esta investigación el tipo de muestreo es de análisis integral, ya que, al tratarse de la combinación del buchón de agua y varias materias orgánicas. Este método se utiliza para determinar las concentraciones en porcentaje, que son utilizadas para calcular y conocer las respectivas cargas o las cantidades de nutrientes arrojadas por los procesos de fermentación mediante la utilización de esta especie.

La investigación del trabajo corresponderá a extraer una cierta parte del buchón de agua, el cual será llevado al laboratorio de abonos orgánicos para el proceso de transformación en compostaje aplicando una metodología y su respectivo seguimiento del comportamiento del lirio de agua en el proceso de descomposición.

Una vez transcurrido el tiempo de la estabilización del abono, se tomará una muestra del compostaje, que se utilizará para llevar a cabo el análisis físico químico y microbiológico para ser comparado con la NTC 5167 en el cual se establecen los parámetros para enmienda orgánica.

### ***3.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información***

#### **✓ Recolección de información**

En la investigación se requiere de toma de datos e información, en el que son de gran importancia para el desarrollo del proyecto, una evidencia que se obtiene mediante el contacto directo con el objetivo del estudio, teniendo en cuenta el alcance y la eficiencia del método implementado para el proceso de descomposición del buchón de agua como un aprovechamiento.

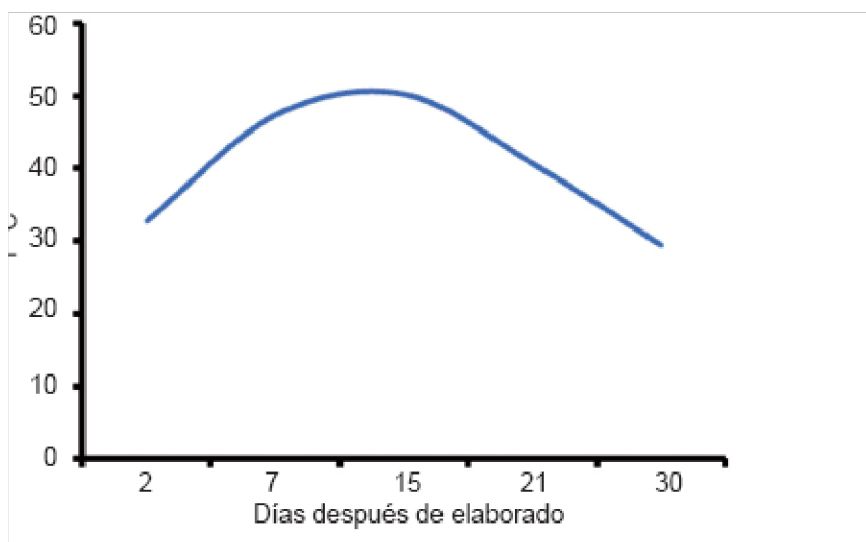
Los datos que se obtendrán en el proceso de la fermentación del Bocashi serán las temperaturas desde su fabricación, éstos se tomarán diariamente durante 15 días. En este procedimiento luego de conocer la temperatura, se procede a darle vuelta a la mezcla para airearlo y posteriormente cubrirlo cada día. Para esta actividad, se utilizará un termómetro de mercurio y una pala.

Cada dato de temperatura tomada diariamente será registrado en una bitácora, con el fin de llevar un registro del desempeño del Bocashi para determinar mediante los primeros 15 días el comportamiento del proceso.

A continuación, se referenciará el comportamiento del proceso de fermentación.

**Figura 3.**

*Comportamiento del proceso de fermentación.*



*Nota:* Obtenido de Ramos Agüero, Terry Alfonso, Soto Carreño, & Cabrera Rodríguez (2014).

✓ **Análisis de información.**

La determinación a partir de los análisis relacionados mediante el proceso de transformación del buchón de agua, fueron comparados y tabulados a través del software de office Excel. Siendo finalmente analizados y concluyendo sobre la viabilidad del método de transformación del lirio acuático como alternativa de aprovechamiento.

La comprobación de los resultados obtenidos por la aplicación del método de compostaje, serán analizados y comparados teniendo en cuenta como referencia la NTC 5167 en la cual se establecen los parámetros a tener en cuenta en enmienda orgánica.

**Tabla 2.***Requisitos específicos según la NTC 5167*

Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar
1	2	3
Abono orgánico	Producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente) o mezcla de los anteriores, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y los parámetros que se indican.	<p>Pérdidas por volatilización %</p> <p>Contenido de cenizas máximo 60%</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Para materiales de origen animal, máximo 20%</p> <p>Para materiales de origen vegetal, máximo 35%</p> <p>Para mezclas, el contenido de humedad estará dado por el origen del material predominante.</p> <p>Contenido de carbono orgánico oxidable total mínimo 15%</p> <p>N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O totales (declararlos si cada uno es mayor de 1%)</p> <p>Relación C/N</p> <p>Capacidad de intercambio catiónico, mínimo 30cmol(+) kg<sup>-1</sup> (meq/100g)</p> <p>Capacidad de retención de humedad, mínimo su propio peso</p> <p>pH mayor de 4 y menor e 9</p> <p>Densidad máxima 0,6 g/cm<sup>3</sup></p> <p>Límites máximos en mg/kg (ppm) de los metales pesados expresados a continuación:</p>

*Nota.* Obtenido de NTC-ISO 5167

## **3.2 Administración del proyecto**

***3.2.1 Recurso humano. Para el desarrollo de la presente investigación intervendrán las siguientes personas:***

- ✓ Fredy Alejandro Álvarez Torrado – Estudiante del programa Ingeniería Ambiental
- ✓ Valeria López Melo - Estudiante del programa Ingeniería Ambiental
- ✓ Richard Alsina Chona, Ingeniero Ambiental- director del trabajo de grado

***3.2.2 Recurso institucional***

Las instituciones que facilitarán la información relacionada con el tema de investigación son: La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, que apoyará mediante la prestación de su campus universitario, el predio donde se ejecutará el proyecto, los laboratorios de aguas, biotecnología, química y biología, y la biblioteca Argemiro Bayona Portillo.

***3.2.3 Recurso financiero***

Para la ejecución de este proyecto fue necesario gestionar algunos materiales para la fase de la elaboración del Bocashi, los cuales se demostrarán en la Tabla 3.

**Tabla 3.****Presupuesto**

<b>Rubro</b>	<b>Financiador</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Recursos Humanos</b>				
Director de tesis		1	-	
Autores de tesis		2	-	
<b>Recursos tecnológicos</b>				
Estudio en	Autores	1	\$272,867	
Laboratorio	UFPSO	1	-	
<b>Insumos</b>				
Buchón de agua	UFPSO	70 kilos	-	
Ceniza	Autores	5 kilos	-	
Levadura	Autores	20 gramos	\$4000	
Leche	Autores	1 litro	\$2000	
Melaza	UFPSO	5 kilos	\$7500	
Gallinaza	UFPSO	30 kilos	\$10000	
Bovinaza	UFPSO	33 kilos	\$7000	
Caprinaza	UFPSO	20 kilos	\$7000	
Cascarilla de arroz	UFPSO	20 kilos	\$8000	
Suelo	UFPSO	20 kilos	-	

*Nota:* Elaboración propia

### 3.3 Cronograma

**Tabla 4.**

Cronograma de actividades.

No de actividades	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recolección de información sobre el buchón de agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> ).	■											
2	Análisis y recopilación de la información obtenida.		■										
3	Extracción y recolección del buchón de agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) en el lago de la UFPSO.	■											
4	Recolección de insumos para la preparación del compost.			■									
5	Preparación de la pila de compost.			■									
6	Mantenimiento y cuidado de la pila de compost.			■	■	■							
7	Toma de muestreo representativo.						■						
8	Evaluación de la muestra obtenida en el laboratorio.							■					
9	Elaboración del documento final del proyecto.								■	■	■	■	

Nota: Elaboración propia

## Capítulo 4 Resultados

### 4.1 Resultado del primer objetivo

Para el desarrollo de este objetivo se realizó una caracterización del buchón de agua a través de fuentes documentales.

#### Figura 4.

*Buchón de agua (Eichhornia crassipes)*



*Nota:* Elaboración propia

#### Tabla 5.

*Caracterización taxonómica del buchón de agua.*

Caracterización del buchón de agua	
Nombre científico	<i>Eichhornia crassipes</i>
Nombres comunes	Lirio acuático, cucarachilla, flor de agua.
Categorías taxonómicas	
Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)



Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Liliopsida
Subclase	Lilidae
Orden	Liliales

*Nota:* Obtenido de Hanan Alipi, Mondragón Pichardo , & Vibrans (2009).

El buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) es llamado comúnmente como jacinto de agua, flor de Bora, camalote, aguapey, lechuguín; es una planta acuática de la familia de las Pontederiaceae. Es procedente de las aguas dulces de las regiones cálidas de América del sur, en las cuencas amazónicas y del Plata. Tiene usos tanto caseros como industriales, por ejemplo, como planta medicinal, fabricación de papel y fibras textiles, fertilizante del suelo y también para decoración. A nivel industrial se emplea para filtrar aguas contaminadas debido a su gran capacidad de retener en sus tejidos varios metales pesados; aunque fuera de su nicho natural es considerada una especie invasora (Grajales, 2020).

El buchón de agua se reconoce por sus hojas en forma de corazón, cada flor tiene 6 pétalos de color azul-lila, el pétalo superior presenta en el centro una mancha amarilla rodeada por un borde azul. Se agrupan en una inflorescencia en racimo y con muy similares a las

que contiene hasta 450 semillas y tiene un fuerte sistema

orquídeas. El fruto es una capsula que

radicular (Corpoboyacá, 2020).

esta flotante del género *Eichhornia* presenta grandes es la única especie completamente acuática del género *Eichhornia*, por

levados sobre la

espacios intercelulares en el tallo que se encuentran llenos de aire y laminas e

ar libremente y

superficie del agua que actúan como venas, esta característica le permite flota

iones tropicales del

extenderse rápidamente, debido a esto se ha convertido en una plaga en la reg

mundo donde se ha introducido y actualmente está incluido en la lista: 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (INECOL, s.f.).

El buchón de agua es un macrófito acuático, formador de suelo que produce oxígeno útil a la piscicultura y reduce con sus raíces la erosión en las orillas de los lagos, estanques y ríos. También tiene la capacidad de absorber diversos contaminantes del agua, especialmente metales pesados como el cadmio, mercurio, plomo, cromo, etc., lo que ayuda en el proceso de purificación del agua. A pesar de las ventajas mencionadas anteriormente, la facilidad con la que se propaga el buchón de agua, lo convierte en una maleza difícil de erradicar, ya que aumenta la evapotranspiración e impide la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno, esto conlleva a un deterioro de la calidad del agua, a un fomento en la proliferación de insectos y a una pérdida en la superficie del espejo de agua (Grajales, 2020).

Es un grupo que presenta alta competitividad con especies nativas, donde debido a su rápido crecimiento y reproducción, puede duplicarse en un mes su biomasa, provocando la formación de densas colonias flotantes que interfieren en el flujo normal del agua y la disponibilidad de oxígeno. Una sola planta es capaz de hacer que un lago se infiltre por completo (Corpoboyacá, 2020).

Los impactos negativos de esta especie es que cubre los espejos de agua, y, por lo tanto, reduce la infiltración de la luz, destruye los humedales naturales, asfixia la vegetación nativa, genera problemas ambientales y dificulta la actividad humana. Esto crea condiciones favorables para la propagación de vectores de enfermedades, causa problemas en lagunas, presas y canales de riego (Corpoboyacá, 2020).

Para el control de esta especie invasora se requiere la extracción de la planta del lecho del río y transportarla a una zona que se encuentre fuera del contacto del agua, donde puede ser depositada y acumulada para su secado y eliminación. Cuando se habla de extensiones pequeñas, la erradicación manual puede ser suficiente, pero en casos contrarios, donde son grandes áreas el uso de cosechadoras puede ser efectivo (Corpoboyacá, 2020).

#### 4.2 Resultado del segundo objetivo específico

Para la preparación del abono orgánico se incorporaron unos materiales ricos en ciertos nutrientes con el fin de generar la producción de microorganismos descomponedores de residuos orgánicos. Para este proceso se utilizó melaza, levadura, leche y agua esto con el fin de lograr una fermentación, de esta manera se usaron las siguientes cantidades:

**Tabla 6.**

*Cantidad de materiales para el fertilizante*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Melaza	5 kilos
Levadura	20 gramos
Leche	1 litro
Agua	5 litros

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 5.**

*Mezcla de insumos.*



*Nota:* Elaboración propia

Después de este proceso, a parte se realizó la incorporación de los distintos estiércoles que se iban a utilizar que eran la gallinaza, la bovinaza y la caprinaza ya que son excelentes fertilizantes, los cuales cuentan con un buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su uso en el suelo aumenta la materia orgánica, fertilidad y la calidad del mismo (Intagri, 2022).

**Figura 6.**

*Mezcla de los materiales sobre el suelo.*



*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 7.***Contenido nutricional de los estiércoles.*

Nutrientes	Gallinaza	Bovinaza	Caprinaza
Nitrógeno	4%	0,6%	7%
Fosforo	4%	0,3%	2%
Potasio	1,5%	0,4%	10%

*Nota:* Obtenido de Agroperu (2020)

Se realizó una mezcla con la solución del fertilizante y los demás materiales mencionados en la tabla 1.

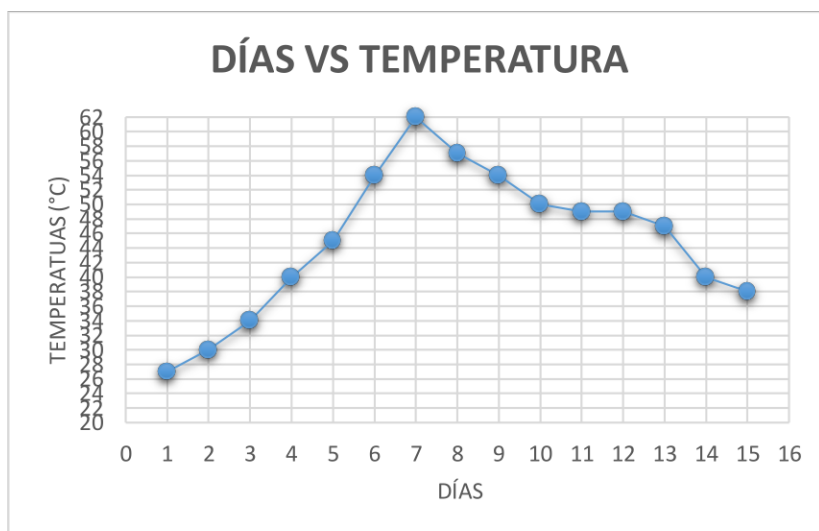
**Figura 7.***Adición de la mezcla a la pila de abono.**Nota:* Elaboración propia

Esta mezcla fue ubicada en el laboratorio de abonos orgánicos, en donde por un periodo de 15 días se le realizó un seguimiento a la temperatura para conocer el comportamiento que la pila del compost iba teniendo, se registraron los datos y se generó su respectiva gráfica.

La temperatura de la pila comenzó con 27°C y fue aumentando gradualmente hasta llegar al día 7, donde se evidenció el pico más alto con 62°C, a partir de ahí comenzó a descender para estabilizarse y alcanzó en el día 15 una temperatura de 38°C.

### Figura 8.

*Gráfica del comportamiento de la temperatura.*



*Nota:* Elaboración propia

Durante los 15 días se le hacía volteo a la pila para airearla y lograr estabilizar la temperatura, luego de estos días se dejó madurar el compost durante 30 días para proceder a sacar una muestra de suelo necesaria para enviar al laboratorio donde se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico.

**Figura 9.**

*Volteo de la pila de compost.*



*Nota:* Elaboración propia

### **4.3 Resultado del tercer objetivo específico**

#### ***4.3.1 Análisis Físicoquímico***

Para el análisis físico químico se realizó una selección de muestra representativa del abono elaborado a partir del buchón de agua, teniendo en cuenta los lineamientos técnicos establecidos por el laboratorio de suelos AGROSAVIA, donde se llevaron a cabo estudios de once parámetros los cuales fueron: Humedad, pH, Fosforo, Nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, Potasio, Carbono orgánico, Conductividad eléctrica, Cenizas y pérdidas por volatilización, capacidad de retención de agua, densidad real.

En la tabla 8 podemos observar la etiqueta elaborada para el envío de la muestra al laboratorio.

**Tabla 8***Lineamientos técnicos para el envío de muestra al laboratorio de suelos AGROSAVIA*

<b>Información del remitente</b>			
<b>Nombre y apellidos:</b> Valeria López Melo		<b>Número de C.C:</b> 1004945319	
<b>Teléfono:</b> 317 895 4000		<b>Dirección:</b> Cl 10A #5-35, bo. luz polar	
<b>Municipio:</b> Ocaña		<b>Departamento:</b> Norte de Santander	
<b>Correo electrónico:</b> valome1028@gmail.com			
<b>Información de la muestra</b>			
<b>Municipio:</b> Ocaña		<b>Departamento:</b> Norte de Santander	
<b>Coordenadas:</b> latitud n 8°14'16"		longitud w 73°19'11"	
<b>Tipo de compostaje:</b> Bocashi		<b>Tiempo de compostaje:</b> 1 mes	
<b>Materia prima:</b> Buchón de agua, estiercol vacuno, gallinaza, caprinaza.		<b>Componentes adicionales:</b> Ceniza, cascarilla de arroz, suelo, melaza, leche, levadura.	
<b>Tipo de análisis:</b> físico químico		<b>Cotización:</b> 23-1120	
<b>Peso:</b> 1070 gr			
<b>Análisis solicitado para abono orgánico sólido</b>			
x	Parámetro	Método	Técnica
x	Contenido de humedad	NTC 5167	Gravimetría
x	Determinación de pH	NTC 5167 modificado (lectura directa en extracto pasta saturada)	Potenciometría
x	Determinación de fósforo (p2o5)	NTC 5167 modificado - digestión ácida	Espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado icp



x	Determinación de nitrógeno total	NTC 5167	Volumetría
x	Determinación de capacidad de intercambio catiónico	NTC 5761 acetato de amonio 1n pH 7	Volumetría
x	Determinación de potasio (k <sub>2</sub> o)	NTC 5167 modificado - digestión ácida	Espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado icp
x	Determinación de carbono orgánico	NTC 5403 modificada	Espectrofotometría vis
x	Determinación de conductividad eléctrica	NTC 5167 modificado (lectura directa en extracto pasta saturada)	Conductimetría
x	Cenizas y pérdidas por volatilización	NTC 5167	Gravimetría
x	Capacidad de retención de agua	NTC 5167	Gravimetría
x	Densidad real	NTC 5167	Gravimetría

*Nota:* Obtenido de NTC – ISO 5167

En la Tabla 9 y la Figura 10 podemos observar los resultados obtenidos en el laboratorio AGROSAVIA en comparación con los parámetros establecidos por la NTC 5167.

**Tabla 9.**

*Comparación de resultados del análisis fisicoquímico y la NTC 5167*

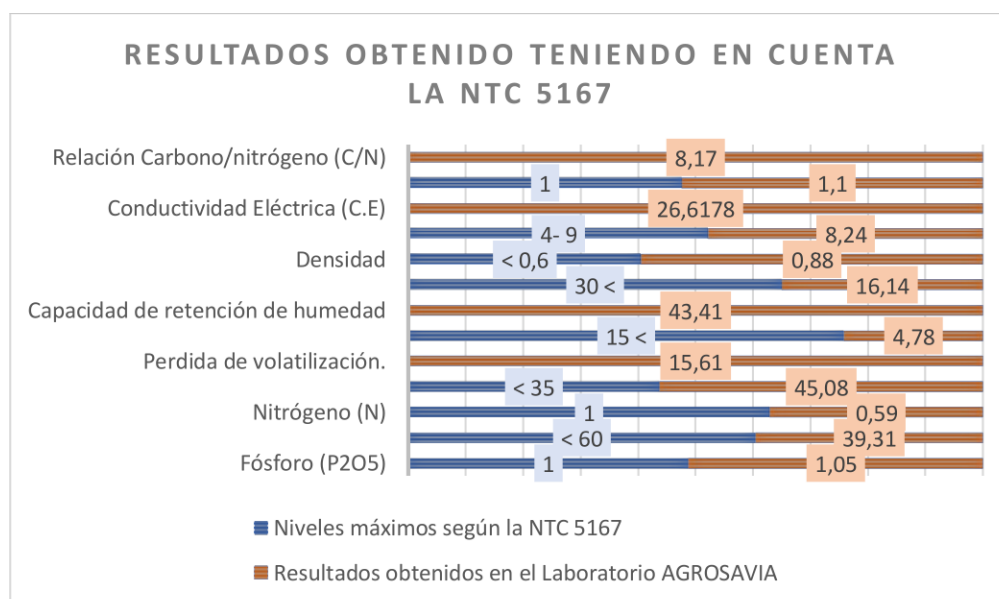
Parámetros	Niveles máximos según la NTC 5167	Resultados obtenidos en el Laboratorio AGROSAVIA	Unidades
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Declarar si es mayor a 1%	1,05	%
Cenizas	<60	39,31	%
Nitrógeno (N)	Declarar si es mayor a 1%	0,59	%
Contenido de humedad.	<35	45,08	%
Perdida de volatilización.		15,61	%
Carbono orgánico Oxidable (CO).	15<	4,78	%
Capacidad de retención de humedad		43,41	%

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	30 <	16,14	cmol (+) / Kg
Densidad	< 0,6	0,88	g / 100 cm <sup>3</sup>
pH	4 - 9	8,24	Unidades de pH
Conductividad Eléctrica (C.E)		26,6178	dS/m
Potasio (K <sub>2</sub> O)	Declarar si es mayor a 1%	1,10	%
Relación Carbono/nitrógeno (C/N)		8,17	

Nota: Obtenido de NTC – ISO 5167

### Figura 10.

Comparación de resultados de análisis fisicoquímico según la NTC 5167



Nota: Elaboración propia

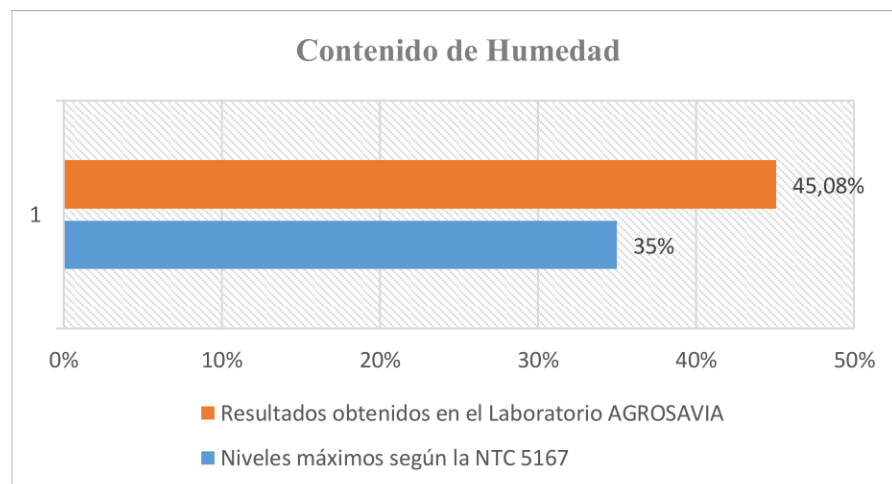
## ✓ **Humedad**

Durante la etapa de descomposición, la humedad debe ser alta, si desciende por debajo del 35 – 40%, la actividad microbiana disminuye y puede llegar a inhibirse. Si se encuentra con más del 60%, el agua desplaza al aire de los espacios libres existentes y las condiciones se vuelven anaeróbicas, produciendo así de esta manera malos olores y ralentizando el proceso. La humedad óptima oscila entre 50- 60% esto dependiendo del material que se haya utilizado (Fernández, s.f.).

En el análisis realizado, la humedad del abono orgánico arrojó un resultado de 45,08%, el cual se observa por encima del valor establecido por la NTC 5167. Sin embargo, se encuentra en condiciones suficientes de aireación y al no estar por debajo de 30% indica una buena estabilización del compost.

### **Figura 11.**

*Resultado del análisis fisicoquímico de la humedad.*



*Nota:* Elaboración propia

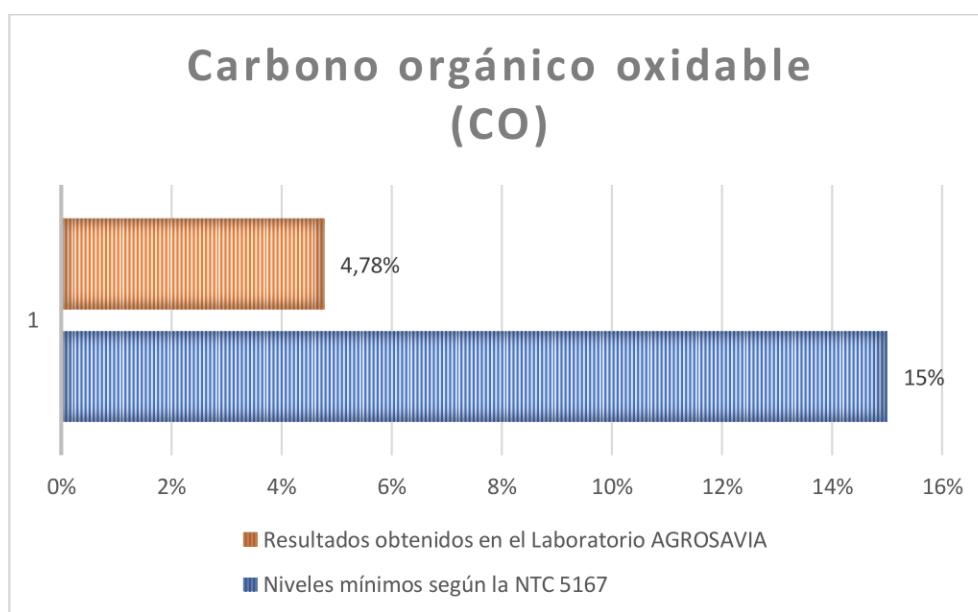
✓ **Carbono orgánico oxidable (CO).**

El carbono orgánico es esencial para la actividad biológica del suelo, proporciona recursos energéticos a los organismos del suelo, en su mayoría heterótrofos (Martinez, Fuentes, & Acevedo H., 2008).

El abono orgánico elaborado a base de buchón de agua cuenta con 4,78% de carbono orgánico oxidable, y el valor mínimo según la NTC 5167 debe ser de 15%

**Figura 12.**

*Resultado del análisis fisicoquímico del carbono orgánico oxidable.*



*Nota:* Elaboración propia

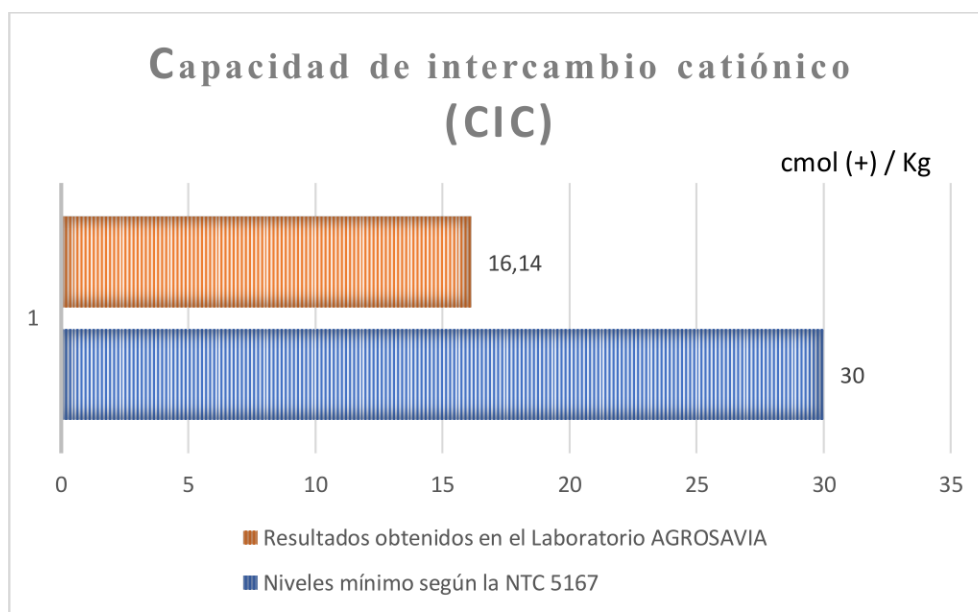
### ✓ Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se refiere a la cantidad total de cargas negativas disponibles en la superficie de las partículas del suelo. Conocer la capacidad que tiene el suelo para realizar intercambio catiónico es importante porque este valor nos indica el potencial que tiene el suelo para almacenar e intercambiar nutrientes. Además, que la CIC afecta directamente la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes (Intagri, 2015).

El nivel mínimo que establece la NTC 5167 para abonos orgánicos es de 30 cmol (+) / Kg, y los resultados que se obtuvieron están por debajo de ese rango con un 16,14 cmol (+) / Kg

#### Figura 13.

*Resultado del análisis fisicoquímico de la capacidad de intercambio catiónico*



*Nota:* Elaboración propia

### 4.3.2 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología vegetal de la universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña con el apoyo de la microbióloga y docente María Alejandra Vergel, donde se evaluaron los parámetros de: *Salmonella sp*, *Coliformes*, *Escherichia coli*, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, hongos y bacterias.

Se realizaron los diferentes medios de cultivos necesarios para cada parámetro (medio Ashby, medio SRS, medio Chromocult) con la orientación de la docente.

Después de tener preparado cada medio, se sirvieron en las cajas de Petri para que se gelatinizaran (Figura 14) y poder aplicar las disoluciones de la muestra del abono orgánico, que

podemos evidenciar su preparación en la figura 15, las cuales fueron 10%, 10%, 10%, 10%.

#### Figura 14.

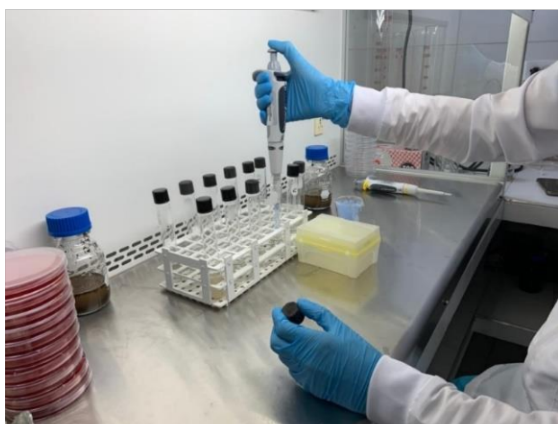
*Medios de cultivos servidos*



*Nota:* Elaboración propia

**Figura 15.**

*Preparación de disoluciones de la muestra.*



*Nota:* Elaboración propia

Se procedió a incubar los cultivos de *Salmonella sp*, *Escherichia coli* (Figura 16) durante 24 horas a una temperatura de aproximadamente 37°C para determinar la presencia o ausencia de crecimiento de microorganismos.

**Figura 16.**

*Incubación de los medios Agar Salmonella y Agar Chromocult*



*Nota:* Elaboración propia



Los medios de cultivo de Ashby y SRS que son para solubilizadores de fosfato y fijadores de nitrógeno se dejaron incubado a temperatura ambiente durante 8 días para así de esta manera poder evidenciar crecimientos de colonias.

Posterior a esto se realizó con la ayuda del contador de colonias como podemos observar en la Figura 17 y la Figura 18, la enumeración de la cantidad de UFC/ g que crecieron en cada uno de los medios de cultivos.

### **Figura 17.**

*Enumeración de UFC de fijadores de nitrógeno.*



*Nota:* Elaboración propia

### **Figura 18.**

*Enumeración de UFC de solubilizadores de fosfato.*



*Nota:* Elaboración propia

En los resultados del análisis microbiológico que se pueden evidenciar en la Tabla 10 se obtuvo que cada cultivo realizado para los diferentes parámetros cumplió los niveles establecidos en la NTC 5167.

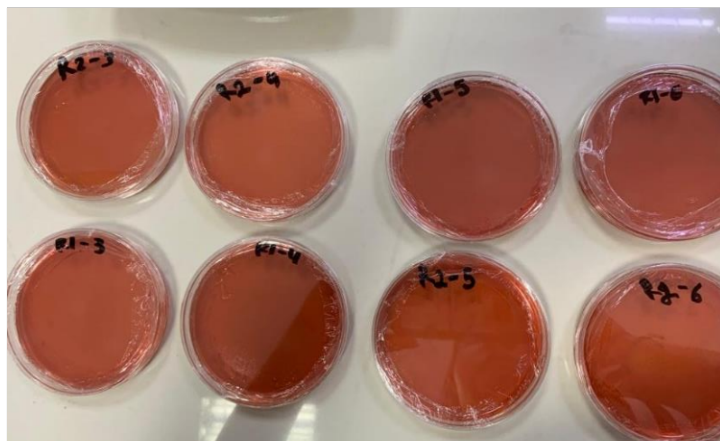
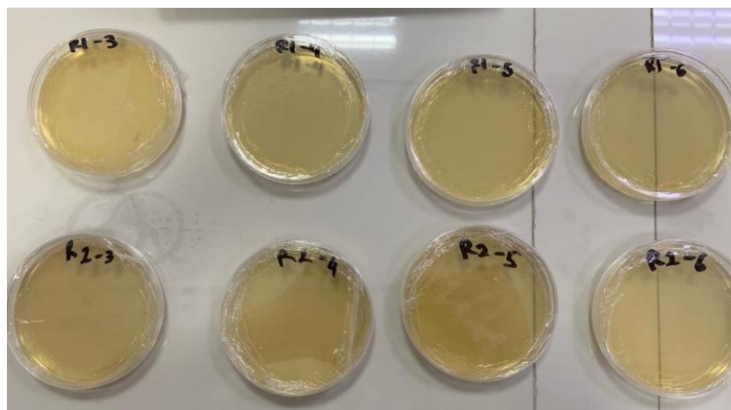
**Tabla 10.**

*Comparación de resultados del análisis microbiológico y la NTC 5167*

Parámetros	Niveles máximos según la NTC 5167	Resultados obtenidos en el Laboratorio de la UFPSO	Unidades
<i>Salmonella sp</i>	Presencia o ausencia	Ausencia	
<i>Coliformes</i>	Presencia o ausencia	Ausencia	
<i>Escherichia coli</i>	Presencia o ausencia	Ausencia	
Solubilizadores de fosfato	<300 colonias	147	UFC / g
Fijadores de nitrógeno	<300 colonias	81	UFC / g

*Nota:* Elaboración propia

La *Salmonella sp*, *Coliformes*, *Escherichia coli*. Presentaron ausencia, es decir, no se presenció crecimiento de ningún tipo de microorganismo durante las 24 horas, esto se puede observar en la Figura 19 y la Figura 20.

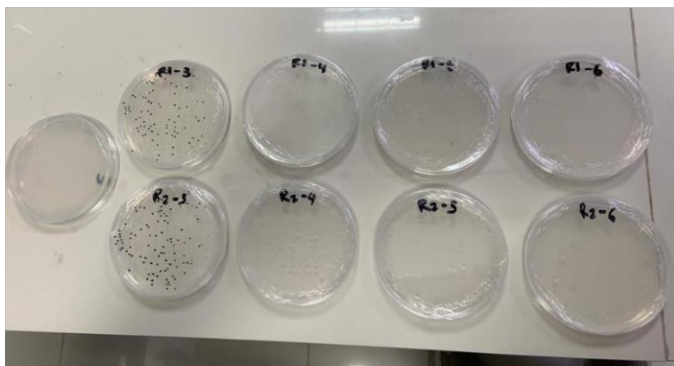
**Figura 19.***Agar Salmonella**Nota:* Elaboración propia**Figura 20.***Agar Chromocult**Nota:* Elaboración propia

**Fijadores de nitrógeno:** Las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan naturalmente en el suelo representan biofertilizantes ecológicos y se dividen en dos grupos: Las simbióticas, como *Rhizobium* característico de las leguminosas, y las libres; que viven en el suelo y no necesitan de la planta para reproducirse, como *Azotobacter* y *Azospirillum* (Calleros, 2013).

Las bacterias libres fijadoras de nitrógeno en concentraciones adecuadas y para determinados cultivos pueden sustituir el uso de nitrógeno sintético como la urea, amoníaco, nitratos, sin pérdidas de producción y a un menor costo (Calleros, 2013).

### Figura 21.

*Fijadores de nitrógeno.*



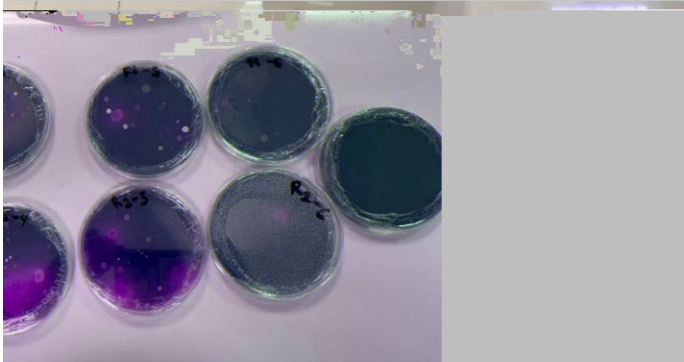
*Nota:* Elaboración propia

**Solubilizadores de fosfato:** Son microorganismos que transforman el fósforo de manera orgánica a inorgánica, insolubles a solubles. Este cambio de fosfatos insolubles a formas disponibles para las plantas se logra mediante los procesos de quelato, seguida de la reducción de hierro y por último la producción de ácidos orgánicos (Calleros, 2013).

Los microorganismos que son participes en la solubilización ocupan el 10% de la población del suelo, se encuentran en la rizosfera y algunas especies son: *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium bilaji*, y *Aspergillus niger*; además de otras especies de los géneros *Mycobacterium*, *Thiobacillus* y *Micrococcus* (Calleros, 2013).

**Figura 22.**

*Solubilizadores de fosfato.*



*Nota:* Elaboración propia

En los resultados de los análisis microbiológico realizados, los microorganismos se encuentran dentro del rango aceptable por la NTC 5167, el cuál es 30- 300 UFC/g.

## Capítulo 5 Conclusiones

El buchón de agua representa una alternativa interesante como forma de biorremediación en los lagos, esto permite que se descontaminen y los libera de metales pesados como el arsénico, cadmio, cromo y mercurio, entre otros, pero a pesar de estos aportes positivos, esta planta también se muestra como un problema y una amenaza en el hábitat que se encuentra, ya que su expansión y su rápida proliferación la cataloga como una especie invasora y demasiado difícil de erradicar, sin mencionar la generación de zancudos y que se presta para que alberguen gran cantidad de mosquitos que pueden llegar a afectar la salud humana.

La elaboración de este abono orgánico representa la mejor utilización del buchón de agua en su ciclo final, aportando así a la transformación de un desecho natural en materia prima para compostaje, pero esto conlleva la adición de insumos que lo hagan adecuado para su finalidad y a su vez la responsabilidad para lograr que el Bocashi se mantenga en óptimas condiciones de temperatura y con esto lograr mantener los elementos esenciales para obtener el mejor producto final.

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos llevados a cabo nos permitieron conocer sobre los componentes que contiene el abono orgánico realizado y de la misma manera teniendo como referencia la NTC 5167 nos da una base para comparar los estándares de calidad en la norma y por los cuales nos regimos en todo momento, de la misma manera el análisis microbiológico nos aclaró el tipo y la cantidad de microorganismos que contiene, dando por concluido según los resultados que se elaboró un buen Bocashi mantenido y madurado en el tiempo correcto para ser óptimo en el uso agrícola.

## Capítulo 6 Recomendaciones

Se debe conocer el tipo de buchón de agua que se utilizará como materia prima en la elaboración del abono orgánico, su ubicación y que tipo de Bocashi se va a trabajar, esto con el fin de tener toda la información necesaria y poder llevar a cabo todo el proceso de forma eficiente.

Para la elaboración del abono orgánico se recomienda adicionar cada componente de manera meticulosa y teniendo en cuenta la cantidad de materia prima que se utilizará, a la hora de mantener el Bocashi en óptimas condiciones se sugiere responsabilidad y compromiso, ya que es un proceso lento y delicado que requiere de un constante control en cuanto a la temperatura y las demás interacciones que ahí se desarrollan, con el fin de establecer un control y lograr la mejor calidad a la hora de su uso.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis llevados a cabo, se recomienda que el tiempo de maduración del abono orgánico sea de más de 30 días, con el fin de poder obtener una humedad óptima dentro de los estándares establecidos en la NTC 5167, de la misma manera los demás componentes se encontraran de acuerdo a lo establecido en la norma. Es importante mantener de manera correcta la temperatura de la pila del Bocashi y así lograr que los microorganismos no deseados se inhiban y los necesarios tengan un crecimiento adecuado.

## Referencias

- Agroperu. (04 de 10 de 2020). Obtenido de <https://www.agroperu.pe/sabia-que-el-estiercol-de-cabra-es-uno-de-los-mejores-para-la-agricultura/#:~:text=Contiene%20alrededor%20de%207%20%25%20de,que%20le%20a porta%20m%C3%A1s%20nitr%C3%B3geno>.
- Calleros, D. G. (2013). *Intagri*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- CAR. (S.F). *Plan de control y manejo*. Obtenido de CAR: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ef52b2827af5.pdf>
- Conciencia *ECO*. (19 de Julio de 2013). Obtenido de <https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/>
- Corpoboyacá. (s.f). *Buchón de agua*. Obtenido de Corpoboyacá: <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-de-la-especie-invasora-buchon-de-agua-eichhornia-crassipes/>
- El colombiano. (2009). *Buchón de agua*. Obtenido de El colombiano: [https://www.elcolombiano.com/historico/del\\_buchon\\_de\\_agua\\_salen\\_libretas-IJec\\_42684](https://www.elcolombiano.com/historico/del_buchon_de_agua_salen_libretas-IJec_42684)
- Estrucplan. (2007). *Lirio acuático*. Obtenido de Estrucplan : <https://estrucplan.com.ar/control-biologico-del-lirio-acuatico/>
- Fernández, A. I. (s.f). *Info Agro*. Recuperado el 2023, de [https://www.infoagro.com/documentos/factores\\_que\\_influyen\\_proceso\\_compostaje\\_residuos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/factores_que_influyen_proceso_compostaje_residuos.asp)
- Fonseca. (2021). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*. Obtenido de Repositorio ecci: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2980/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- García P, A., García P, N., & Arias, O. (11 de Noviembre de 2008). Obtenido de <http://oqaaterruodepaz.blogspot.com/2008/11/geografia.html>
- Grajales, A. M. (25 de 02 de 2020). *Docsity*. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/caracteristicas-del-buchon-de-agua/5340866/>
- GRN . (S.F). *Gestión ambiental*. Obtenido de Gestión de Recursos Naturales: <https://www.grn.cl/gestion-ambiental.html>
- Guerra. (2009). *Taruya*. Obtenido de Ergonomix: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/recurso-forrajero-base-taruya-t27923.htm>
- Hanan Alipi, A. M., Mondragón Pichardo , J., & Vibrans, H. (29 de 08 de 2009). Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/pontederiaceae/eichhornia-crassipes/fichas/ficha.htm>
- INECOL. (s.f.). *Instituto de ecología*. Obtenido de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/1109-lirio-acuatico>
- Intagri. (2015). Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- Jiménez Gómez , C. F., & Lozano Franco, L. K. (2015). Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15881/0527814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez Luna, T. A., & Silva Moscoso, D. P. (2018). Buchón de agua. Obtenido de Repositorio Unilibre : <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15883/formulaci%C3%B3n%20de%20estrategias%20de%20manejo%20ambiental%20para%20la%20erradicaci%C3%B3n%20del%20buch%C3%B3n%20de%20agua%20presente%20e.pdf?sequence=1#:~:text=El%20buch%C3%B3n%20de%20agu>
- Jiménez, L. (2015). APROVECHAMIENTO DEL BUCHÓN DE AGUA *Eichhornia crassipes* Y EL ESTIÉRCOL DE BÚFALO PARA. Obtenido de Biblioteca digital Unival le:

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15881/0527814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Junta de Andalucía. (s.f). *Sector primario*. Obtenido de Junta de Andalucía:

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41003133/helvia/sitio/upload/sector\\_primario\\_la\\_agricultura.html#:~:text=La%20agricultura%20es%20la%20actividad,integran%20el%20llamado%20sector%20agr%C3%A](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41003133/helvia/sitio/upload/sector_primario_la_agricultura.html#:~:text=La%20agricultura%20es%20la%20actividad,integran%20el%20llamado%20sector%20agr%C3%A4Dcola.)

Laich, F. (21 de Octubre de 2011). *El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje*. Obtenido de fermojica.com:

<https://www.fermojica.com/he/media/microorg.pdf>

Lara Rodríguez, J. W., Cervantes Ortiz, F., Arámbula Villa, G., Mariscal Amaro, L. A., Aguirre Mancilla, C., & Andrio Enríquez, E. (7 de abril de 2021). *lirio acuático (**Eichhornia crassipes**): una revisión*. Obtenido de Redalyc:

[https://www.redalyc.org/journal/437/43768481006/html/#redalyc\\_43768481006\\_ref11](https://www.redalyc.org/journal/437/43768481006/html/#redalyc_43768481006_ref11)

León. (2018). *UTILIZACIÓN DE **Eichhornia crassipes***. Obtenido de Repositorio UNAD:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24465/%20%09panarvaezl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martinez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo H., E. (2008). *SciELO*. Obtenido de

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27912008000100006#:~:text=El%20carbono%20org%C3%A1nico%20es%20esencial,et%20al.%2C%201999\).](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006#:~:text=El%20carbono%20org%C3%A1nico%20es%20esencial,et%20al.%2C%201999).)

*Ministerio de agricultura y ganaderia*. (octubre de 2011). Obtenido de

<https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>

NTC – ISO 5167:2006 Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas de suelo, Icontec.

Ocaña, U. F. (2011- 2014). Obtenido de

[https://ufpso.edu.co/ftp/pdf/documentos/pei\\_ufpso3\\_114754\\_239.pdf](https://ufpso.edu.co/ftp/pdf/documentos/pei_ufpso3_114754_239.pdf)

Quiroa, M. (04 de diciembre de 2019). *economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/produccion.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20es%20la%20actividad,utilizados%20para%20satisfacer%20una%20necesidad.>

Quiroa. (s.f). Producción. Obtenido de Economipedia :  
<https://economipedia.com/definiciones/produccion.html>

Ramos Agüero, M., Terry Alfonso, D., Soto Carreño, D., & Cabrera Rodríguez, D. (Junio de 2014). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012)

Rodríguez Meléndez, A. G., Colmenares Mestizo, F. A., Barragán Vega, J., & Mayorga Betancourt, M. A. (1 de septiembre de 2016). *Aprovechamiento energético integral*. Obtenido de Revistas usb:  
<https://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/download/3219/2671/0>

Rojas Sandoval , J., & Acevedo Rodriguez , P. (07 de 07 de 2013). Cabi . Obtenido de Jacinto de agua : <https://www.cabi.org/isc/datasheet/20544>

Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR*. Obtenido de FAO.ORG: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

RSS. (8 de 1 de 2022). Sostenibilidad . Obtenido de Responsabilidadsocial.net:  
<https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/?amp>

SIB. (S.F). *Catálogo de biodiversidad*. Obtenido de SIB:  
<https://catalogo.biodiversidad.co/file/56e7831683c45700544e4085/details>

Significados.com . (s.f). Desarrollo. Obtenido de Significados.com:  
<https://www.significados.com/desarrollo/>

Solms. (s.f). *Eichhornia crassipes*. Obtenido de Gob.mx:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222545/Eichhornia\\_crassipes.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222545/Eichhornia_crassipes.pdf)

Tortosa. (2008 ). Compostaje . Obtenido de Compostando ciencia :

<http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/>

## Apéndices

## Apéndice A: Resultados de laboratorio

AGROSAVIA Corporación colombiana de investigación agropecuaria		REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO	
		GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	
LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA			
<b>1. Información del cliente</b>		# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
Nombre y Apellido:	VALERIA LOPEZ MELO	23	C23-15056
Cédula o NIT	1004945319		
Dirección:	CALLE 10ª #5-35, BARRIO LUZ POLAR		
Departamento:	NORTE DE SANTANDER		
Municipio:	OCAÑA		
Tel. fijo/Celular:	3178954000		
Tipo de análisis:	Análisis De Caracterización Segun NTC 5167.		
<b>2. Información de la muestra suministrada por el cliente.</b>		Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)	
Identificación:	ABONO	Coordinador Técnico de Laboratorio	
Matriz:	ABONO		
Materia Prima:	ESTIERCOL DE VACUNO, GALLINAZA, CAPRINAZA, BI		
Tiempo de compostaje	1 mes		
Observaciones:	NO INDICA		
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2023-08-09		
Fecha(s) de análisis (aaaa-mm-dd):	De: 2023-08-10 – A: 2023-09-01		
Fecha de reporte (aaaa-mm-dd):	2023-09-01		
DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR
Fósforo (P2O5)	%	Plancha /CP-OES	1,05
Cenizas	%	NTC 5167 / Gravimetría	39,31
Nitrógeno (N)	%	NTC 5167 Digestión y destilación por Kjeldahl / Volumetría	0,59
Contenido de Humedad	%	NTC 5167 / Gravimetría	45,08
Pérdidas por volatilización	%	NTC 5167 / Gravimetría	15,61
Carbono Orgánico Oxidable (CO)	%	NTC 5403 modificada/Espectrofotometría	4,78
Capacidad de Retención de Humedad	%	NTC 5167 / Gravimetría	43,41
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol(+)/Kg	NTC 5167 modificado Acetato de amonio 3N pH 7/Volumetría	16,14
Densidad	g/100 cm <sup>3</sup>	NTC 5167 / Gravimetría	0,88
pH	Unidades de pH	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada/Potenciometría	8,24
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada / Conductimetría	26.6178
Potasio (K2O)	%	Plancha /CP-OES	1,10
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)		Cálculo matemático a partir del valor de carbono orgánico y nitrógeno total	8,17
<b>OBSERVACIONES:</b> Ninguna			
<p>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia  Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.  Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA  La información de la(s) muestra(s) entregada(s) al laboratorio fue(ron) suministrada(s) por el cliente, por tanto, el usuario del servicio es responsable de los datos reportados en relación con cada una de las muestras.  Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.  El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</p>			
<p>CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3  CENTRO DE INVESTIGACION TIBAITATA  KILÓMETRO 14 VÍA MOSQUERA – BOGOTÁ, MOSQUERA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA.  TELÉFONOS: 4227300 EXT: 1414  E-MAIL: yrodriguez@agrosavia.co</p>			
		CÓDIGO: GA-F-97	VERSIÓN: 7
		FECHA DE VIGENCIA: 2022-11-01	

## Apéndice B Extracción y recolección del buchón de agua

### Extracción y recolección del buchón de agua



### Trituración del buchón de agua



Recolección de gallinaza.



Recolección de la bovinaza.



**Apéndice C:** Comparación de costos sobre la elaboración de un abono orgánico y un fertilizante químico.

Tipos de fertilizantes	Precio por kilogramo
Abono orgánico (estudiantes UFPSO y personas con disponibilidad de insumos)	\$224
Abono orgánico (personas externas que deben adquirir insumos)	\$397
Fertilizante químico	\$3.012