



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS TIPO
FERTILIZANTE PRESENTE EN BIG BAGS EN UN TERMINAL PORTUARIO**

Trabajo de titulación a la obtención del

Título de Ingeniero Ambiental

AUTORES

Nathaly Paola Vallejo Tamayo

Doménica Anahí Asanza Cevallos

TUTOR:

Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez

Guayaquil - Ecuador

2024

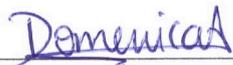
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotras, **Doménica Anahí Asanza Cevallos** con documento de identificación No. **0951118538** y **Nathaly Paola Vallejo Tamayo** con documento de identificación No. **0930302583**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

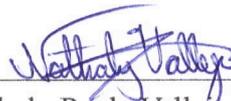
Guayaquil, 27 de agosto del 2024

Atentamente,



Doménica Anahí Asanza Cevallos

C.I. No. 0951118538



Nathaly Paola Vallejo Tamayo

C.I. No. 0930302583

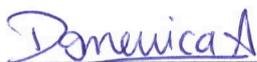
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, **Doménica Anahí Asanza Cevallos** con documento de identificación No. **0951118538** y **Nathaly Paola Vallejo Tamayo** con documento de identificación No. **0930302583**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo experimental: “Aprovechamiento De Los Residuos Peligrosos Tipo Fertilizante Presente En Big Bags En Un Terminal Portuario”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el monumento que hacemos la entrega el trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del 2024

Atentamente,



Doménica Anahí Asanza Cevallos

C.I. No. 0951118538



Nathaly Paola Vallejo Tamayo

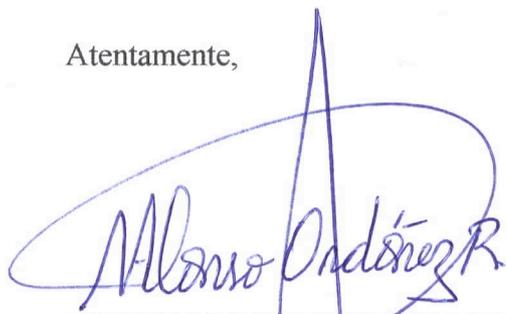
C.I. No. 0930302583

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez** con documento de identificación No. **0909780850**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS TIPO FERTILIZANTE PRESENTE EN BIG BAGS EN UN TERMINAL PORTUARIO”, realizado por **Doménica Anahí Asanza Cevallos** con documento de identificación No. **0951118538** y por **Nathaly Paola Vallejo Tamayo** con documento de identificación No. **0930302583**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinadas por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del 2024

Atentamente,



Ing. Virgilio Ordóñez Ramírez, PhD

C.I. No 0909780850

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy, por permitirme cumplir otra meta más en mi vida.

A mi familia por estar a mi lado apoyándome y dándome las fuerzas necesarias para avanzar día a día y seguir adelante como profesional y como persona.

A mi querido gato, Kokoro, por ser mi constante compañía en noches largas de estudio.

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento hacia Dios por darme la responsabilidad, perseverancia y paciencia de lograr culminar con mi carrera universitaria.

Mis padres, Juan Arturo Vallejo Clavijo y Lilian Narcisa Tamayo Moreno, por ser siempre mi apoyo cuando más lo necesito y ayudarme a salir adelante con buenos valores y principios.

Mi docente Ing. Kevin Cedeño por habernos ofrecido a mi compañera de tesis y a mí su gran ayuda y apoyo para la elaboración de la parte experimental de este proyecto.

A mi compañera de tesis, Doménica, con quien pudimos sacar adelante este proyecto y en quien pude tener su apoyo y dedicación.

Mi directora de Carrera, Ing. Carmen Palacios Limones por ilustrarme con su conocimiento y brindarme su apoyo en todo mi trayecto educativo.

Mi docente tutor, Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez por tener la paciencia necesaria para desarrollar este proyecto, por brindarme su gran ayuda para ampliar mis conocimientos que me ayudarán en la vida profesional, agradezco a Dios por brindarme un excelente tutor y profesor que me pudo inculcar nuevos aprendizajes para un futuro.

Nathaly Paola Vallejo Tamayo

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres, quienes desde niña me inculcaron los valores de amor, humildad, respeto y responsabilidad. Ellos han sido mi fuente de inspiración para alcanzar cada uno de mis propósitos, enseñándome que soy capaz de lograr cualquier objetivo y formando la persona que soy.

A mis abuelos, hermanas Nikolle y Leslie cuyo amor incondicional me ha sostenido durante mi trayectoria académica y me han traído los mejores recuerdos.

A Molly, mi compañera de cuatro patas, quien me llena de felicidad cada día y me acompañó en las noches difíciles durante el desarrollo de este proyecto.

Y a mí misma, por haber tenido la fortaleza de completar mi carrera universitaria junto a las personas que amo y por no rendirme ante ninguna circunstancia.

Doménica Anahí Asanza Cevallos

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a la Virgen por su guía constante en cada paso de mi vida.

A mis padres, cuyo amor y apoyo incondicional me permitieron culminar la carrera universitaria. Ellos me han inspirado a continuar persiguiendo cada una de mis metas y me han formado tanto en el ámbito profesional como en el personal. Me siento profundamente bendecida, ya que, gracias a su apoyo incondicional y sacrificio, mis hermanas y yo pudimos culminar nuestra educación universitaria.

A mis hermanas, Nikolle y Leslie, con quienes he compartido los recuerdos más valiosos desde mi infancia y no me imagino mi vida sin ellas.

A mis docentes, Ing. Carmen Palacios, Ing. Virgilio Ordoñez e Ing. Kevin Cedeño, por su dedicación y pasión demostradas en cada clase, y cuyo apoyo fue fundamental para el desarrollo de nuestro proyecto de titulación.

A Molly, mi compañera de cuatro patas, quien me llena de alegría todos los días y me brindó su compañía durante las noches difíciles de la carrera universitaria.

A mi compañera de tesis, Nati, con quien enfrentamos cada desafío de la mejor manera durante este proyecto y en quien siempre encontré apoyo y colaboración.

A mi novio, Julio, con quien he compartido los momentos más significativos durante mi vida universitaria y quien me inspira a alcanzar la mejor versión de mí.

Resumen

El presente estudio llevó a cabo un análisis la presente investigación realizó un estudio para el aprovechamiento de los residuos peligrosos en una unidad de análisis cuya actividad es recepción, almacenamiento, ensacado, despacho y comercialización de fertilizantes ubicada en el sector Guasmo Norte, parroquia Ximena, en Guayaquil, provincia del Guayas.

El tipo de investigación fue de tipo experimental en la cual se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia para la evaluación de la cuantificación de los macroelementos de los fertilizantes a partir del residuo de fertilizante como variables independientes, la concentración del fertilizante como variable dependiente y el agua como variable interviniente.

El objetivo de este proyecto fue encontrar una alternativa para aprovechar los residuos de agroquímicos generados durante el proceso de ensacado. Con los resultados obtenidos se pudo verificar la viabilidad de su recuperación, lo que permitirá reducir costos en la gestión ambiental y evitar que los residuos de agroquímicos contaminen el alcantarillado o cuerpos de agua, también se pudo comprobar la factibilidad del proyecto a nivel ambiental y económico.

Finalmente se recomienda aplicar los protocolos de la experimentación a las industrias relacionadas en el manejo de productos agroquímicos para mejorar la gestión de los residuos mediante la reutilización de estos residuos.

Palabras claves: Contaminación, fertilizante, big bag, nutrientes

Abstract

The present research carried out a study for the use of hazardous waste in an analysis unit whose activity is reception, storage, bagging, dispatch and commercialization of fertilizers located in the Guasmo Norte sector, Ximena parish, in Guayaquil, Guayas province.

The type of research was experimental in which a non-probabilistic sampling was applied for convenience for the evaluation of the quantification of the macroelements of fertilizers from the fertilizer residue as independent variables, the concentration of fertilizer as a dependent variable and water as an intervening variable.

The objective of this project was to find an alternative to take advantage of the agrochemical residues generated during the bagging process. With the results obtained, it was possible to verify the viability of its recovery, which will reduce costs in environmental management and prevent agrochemical residues from contaminating the sewer or bodies of water, it was also possible to verify the feasibility of the project at an environmental and economic level.

Finally, it is recommended to apply the experimentation protocols to industries related to the handling of agrochemical products to improve waste management through the reuse of these wastes.

Keywords: Pollution, fertilizer, big bag, nutrients

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento	VII
Resumen.....	VIII
Abstract.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Situación problemática.....	2
1.1.1 Definición del problema	3
1.1.2 Justificación	3
1.2 Delimitación	5
1.2.1 Delimitación geográfica.....	5
1.2.2 Delimitación temporal.....	6
1.2.3 Delimitación sectorial	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Marco hipotético.....	7
1.4.1 Hipótesis General.....	7
1.4.2 Hipótesis Específicas.....	7
2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
2.1 Fundamentos Teóricos.....	9
2.1.1 Evolución y rendimiento de los Fertilizantes	9
2.1.2 Fertilizante	9
2.1.3 Almacenaje y manejo de productos tipo fertilizante	10
2.1.4 Impacto del residuo de fertilizante en el medio ambiente.....	11
2.1.5 Ensacado de Big Bags.....	13
2.1.6 Triple Lavado.....	13
2.2 MARCO LEGAL	14
2.2.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	14

2.2.2	CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE	14
2.2.3	REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE	15
2.2.4	ACUERDO MINISTERIAL 061	15
2.2.5	ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXO 2	16
2.2.6	GESTIÓN DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS PLÁSTICOS DE AGROQUÍMICOS	17
3	METODOLOGÍA	18
3.1	Diseño de investigación	18
3.2	Población	19
3.3	Muestra	19
3.3.1	Variables	19
3.4	Protocolos	19
3.4.1	Uso de Ficha Técnica o Material Safety Data Sheet (MSDS)	19
3.4.2	Protocolo de bioseguridad (EPP)	20
3.5	Procesos, materiales y equipos	20
3.5.1	Etapa 1: Toma de muestras	20
3.5.2	Etapa 2: Cuantificación de generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis	20
3.5.3	Etapa 3: Caracterización de los residuos generados en el tratamiento de limpieza de los residuos peligrosos de la unidad de análisis.	21
3.5.4	Etapa 4: Protocolo de limpieza	22
3.5.5	Etapa 5: Aprovechamiento de los residuos obtenidos en el tratamiento	22
3.6	Parámetros a evaluar	22
3.7	Curvas de calibración	24
3.8	Determinación del análisis financiero	26
3.8.1	Inversión fija total.	26
3.8.2	Capital de trabajo	26
3.8.3	Presupuesto de ingresos proyectados	26
4.	RESULTADOS	28
4.1	Generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis	28
4.2	Resultados de la experimentación	29
4.2.1	Caracterización de los residuos	29
4.3	Protocolo de limpieza	37
4.3.1	Recolección	38
4.3.2	Soplado	38
4.3.3	Triple Lavado	38
4.3.4	Clasificación	38

4.3.5	Almacenamiento	38
4.3.6	Comercialización	39
4.3.7	Diagrama de protocolo	39
4.4	Aprovechamiento de los residuos tratados	39
4.4.1	Fertilizante	39
4.4.2	Agua.....	40
4.4.3	Sacos	41
4.5	Resultados de la evaluación financiera	42
4.5.1	Plan Financiero	42
4.5.2	Terrenos y obras civiles	42
4.5.3	Maquinarias, mobiliarios y equipos	42
4.5.4	Total, inversión fija inicial.....	43
4.5.5	Materiales directos	44
4.5.6	Mano de obra directa	44
4.5.7	Costos totales de producción.....	45
4.5.8	Capital de trabajo.....	45
4.5.9	Ventas proyectadas para el primer año.....	45
4.5.10	Presupuesto de ingresos proyectados	46
4.6	Análisis de los resultados.....	46
4.6.1	Interpretación de los resultados de la generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis	46
4.6.2	Interpretación de los resultados de la experimentación.....	47
4.6.3	Análisis de protocolo de limpieza	50
4.6.4	Interpretación del aprovechamiento de los residuos tratados	51
4.6.5	Análisis del plan financiero	52
5.	CONCLUSIONES.....	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55
7.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	56
8.	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo	6
Tabla 2: Materiales usados en la recolección de muestras	20
Tabla 3. Parámetros por analizar.....	22
Tabla 4. Registro anual de desalojo de plástico contaminado	28
Tabla 5. Pesaje del fertilizante en polvo extraído de sacos.....	29
Tabla 6. Visualización de nutrientes por lectura de ICP-OES en muestras sólidas	30
Tabla 7. Resultado de valores de nutrientes por factor de dilución	31
Tabla 8. Presencia de potasio en unidades de gramos/litro.....	31
Tabla 9. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 1.....	32
Tabla 10. Sólidos sedimentables en agua de lavado 1	33
Tabla 11. Color real en agua de lavado 1	33
Tabla 12. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 2.....	33
Tabla 13. Sólidos sedimentables en agua de lavado 2	34
Tabla 14. Color real en agua de lavado 2.....	34
Tabla 15. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 3.....	34
Tabla 16. Sólidos sedimentables en agua de lavado 3	35
Tabla 17. Color real en agua de lavado 3.....	35
Tabla 18. Cantidad de fertilizante recuperado en la limpieza.....	40
Tabla 19. Cantidad de agua recuperada en la limpieza.....	41
Tabla 20. Sacos recuperados.....	41
Tabla 21. Terrenos y obras civiles.....	42
Tabla 22. Maquinarias, mobiliarios y equipos.....	43
Tabla 23. Total, inversión fija inicial	43
Tabla 24. Materiales directos	44
Tabla 25. Mano de obra directa	44
Tabla 26. Costos totales de producción	45
Tabla 27. Capital de trabajo	45
Tabla 28. Ventas proyectadas para el primer año.....	45
Tabla 29. Presupuesto de ingresos proyectados.....	46
Tabla 30. Composición química garantizada.....	47
Tabla 31. Interpretación de solidos sedimentables en muestras líquidas.....	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Puntos de muestreo	5
Ilustración 2 Almacenaje de fertilizante.....	11
Ilustración 3. Curva de calibración de sodio.....	24
Ilustración 4. Curva de calibración de potasio	24
Ilustración 5. Curva de calibración de magnesio	25
Ilustración 6. Curva de calibración de calcio	25
Ilustración 7 Curvas de calibración de Zinc.....	26
Ilustración 8. Observación de textura de residuo de fertilizante extraído de sacos	30
Ilustración 9. Representación gráfica de cuantificación de nutrientes en muestras sólidas	30
Ilustración 10. Representación gráfica de cuantificación de nutrientes muestras líquidas.....	36
Ilustración 11. Representación gráfica sólidos sedimentables en muestras líquidas	36
Ilustración 12. Representación gráfica color real en muestras líquidas	37
Ilustración 13 . Diagrama de protocolo de limpieza	39

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria tiene el potencial de impulsar el desarrollo económico, social y ambiental a nivel global, siempre y cuando se logre un equilibrio entre las actividades productivas y la protección del medio ambiente en cada etapa, desde la manipulación de materias primas hasta la distribución y disposición final de subproductos o residuos. Aunque existen diversas definiciones de agroindustria, un manejo inadecuado de los residuos, desechos sólidos y otros subproductos generados por las empresas agroalimentarias afecta directamente el equilibrio ambiental. La generación de estos subproductos en las diferentes fases de los procesos productivos es un problema mundial, ya que en la mayoría de los casos no se procesan ni disponen adecuadamente, lo que contribuye a la contaminación ambiental. Sin embargo, los residuos agroindustriales tienen un gran potencial para ser aprovechados en diversos procesos, como la creación de nuevos productos, la adición de valor a los productos originales y la restauración de condiciones ambientales alteradas. (Yury Alexandra VARGAS CORREDOR, 2018)

En Latinoamérica, los residuos que se generan al finalizar un proceso productivo no se aprovechan de forma eficiente, principalmente debido a la falta de conocimiento sobre los métodos adecuados para la preparación y caracterización de sustancias con mayor valor agregado, que además cumplan con los estándares de calidad e inocuidad. La disposición inadecuada de residuos de la producción agroindustrial es un problema persistente en este sector, lo que provoca alteraciones en diversos medios abióticos, bióticos y socioeconómicos, e incluso puede ocasionar pérdidas económicas para las empresas. De este modo, la eliminación de estos residuos se convierte en un desafío de gestión para los diferentes establecimientos productores.

El aprovechamiento de los residuos agroindustriales ofrece una solución a varias problemáticas ambientales derivadas tanto de la generación y disposición de estos residuos como de otros factores relacionados con el desarrollo de distintos sectores productivos. (Santiago Aguiar Novillo, 2022)

1.1 Situación problemática

El crecimiento del sector agroindustrial trae consigo el uso de productos agroquímicos que son usados para mejorar la producción de la cosecha o para protegerla de agentes biológicos que perjudiquen su crecimiento. Los envases en que se transportan los diferentes productos agroquímicos representan una amenaza al ambiente debido a que no reciben un tratamiento o uso adecuado luego de cumplir su función principal (Rosado, 2019). A pesar de que en varios países se ha buscado materiales alternativos como residuos de pescado y abono de procedencia vegetal para reducir el uso de fertilizantes, todavía se siguen aplicando de manera masiva. En adición, los fertilizantes contienen macroelementos químicos que son los que ejercen de nutrientes, siendo los principales el nitrógeno, el fósforo y el potasio. El uso de fertilizantes es un riesgo para el medio ambiente si se utilizan en exceso ya que el nutriente sobrante puede contaminar las aguas, superficiales o subterráneas. La contaminación más común es la generada por el nitrato que llega a las aguas por filtración o escorrentía. (Demográfico, 2019)

Dentro de una empresa la cual gestiona procesos de despacho y ensacado de agroquímicos, se genera una acumulación en grandes cantidades de bolsas plásticas contaminadas con residuo de fertilizantes luego de finalizar dichos procesos, provocando una reducción considerable de espacio en el área de producción de las instalaciones de un terminal portuario en la ciudad de Guayaquil. Cabe recalcar que la problemática relacionada con plásticos y residuos agrarios proviene por una elevada producción de

productos agrícolas ocasionando un alto monto de bolsas plásticas denominadas Big Bags para su almacenamiento, requiriéndose una gestión adecuada cuando haya cumplido su vida útil.

Por consecuencia, debido al tardío desalojo por parte de un gestor ambiental, en la planta de producción se evidencia la aglomeración de plástico tales como plásticos negros de carpados, Big Bags cortados con su funda interna, fundas que cubren los productos dentro de los Big Bags y sacos rotos/cortados. Por consiguiente, la empresa se ve afectada debido a la reducción de espacio, causando posibles incidentes ya que existe circulación de montacargas y remolcadores, además propicia un impacto negativo tanto visual como ambiental. Por otra parte, estos plásticos con residuo de producto dentro suelen almacenarse temporalmente en el centro de acopio para residuos no peligrosos ocasionando así problemas para el desalojo de desechos comunes ya que hay una obstrucción para sacar el contenedor de basura.

1.1.1 Definición del problema

En el terminal portuario existe una capacidad de almacenamiento temporal disponible de 13m³ y la generación de los desechos plásticos denominados Big Bags es de 925m³/año, generando una diferencia en su capacidad de almacenado, además que al momento en nuestro mercado no hay gestores ambientales interesados en procesar estos plásticos.

1.1.2 Justificación

La disposición inadecuada de los residuos de producción agroindustrial es una constante en el sector industrial, ocasiona alteraciones en los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos, e incluso puede llegar a generar pérdidas económicas para las empresas (Roberto Claudio, 2021). Incluso, puede generar un problema adicional a las empresas al verse en la necesidad de conseguir gestores ambientales para el desalojo de plástico contaminado, pues la eliminación de estos residuos agroquímicos requiere de

tiempo y dinero por lo que se crea una mala gestión para su tratamiento. El principal problema para la gestión de estos residuos agrarios no está sólo en su dispersión geográfica, sino también en su estacionalidad, ya que se genera gran cantidad en determinados periodos anuales, coincidiendo con la finalización de las campañas agrícolas (Carmen García, 2022).

A través de los años, la generación de residuos sólidos agroquímicos ha sido un principal problema a nivel nacional ya que, las condiciones y el modo de uso de un Big Bag determina el ciclo de vida útil en la que el plástico pueda ser operado y reutilizado. Es decir, cada big bag puede ser reciclado a excepción de que haya entrado en contacto con materiales peligrosos o contaminantes (PROBAGS, 2021). Por lo tanto, al final de su ciclo de vida, si el plástico entra en contacto con un producto químico, puede causar la aglomeración de desechos peligrosos en algunas empresas. Esto lleva a la incertidumbre sobre su disposición final y, en algunos casos, el producto químico residual puede terminar vertido en cuerpos de agua, mientras que los plásticos como big bags y sacos, al quedar rotos e irre recuperables para el reciclaje, son quemados a cielo abierto.

Durante las visitas técnicas se evidenció la ausencia de una gestión adecuada de envases contaminados con producto de fertilizante, convirtiendo el plástico a un desecho peligroso, desconociéndose el destino final que vaya a tener el envase con restos agroquímicos. Mediante una inspección visual se encontraron hallazgos de acumulación de plásticos de tipo Big Bags de los cuales se puede efectuar una quema a cielo abierto sin ningún tipo de cuidado ambiental ni protocolo de bioseguridad como disposición final. Para disminuir el impacto ambiental en cuanto a esta problemática, las empresas tienen como objetivo mejorar las buenas prácticas ambientales restructurando sus políticas y procesos internos. Sin embargo, las industrias que trabajan con agroquímicos de las cuales generan envases para fertilizante aún no han mejorado su gestión de disposición final de

los envases plásticos ya que se necesita de tiempo y dinero para su respectivo tratamiento al estar contaminados con producto luego de finalizar sus procesos.

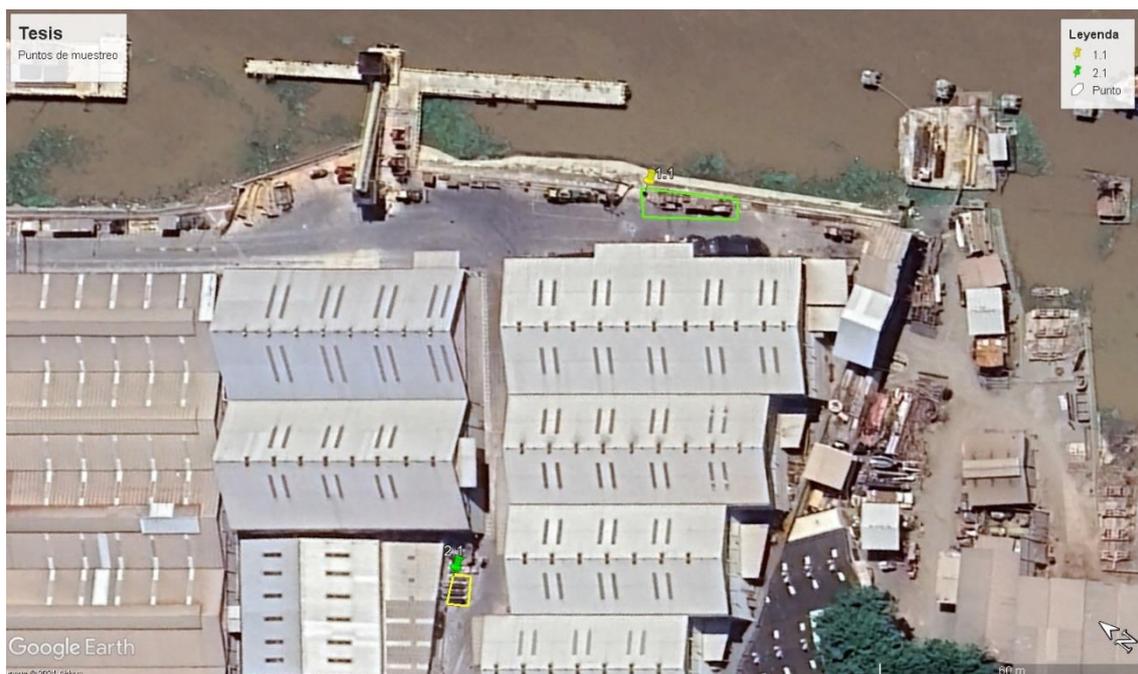
Por ello, se recomienda implementar una alternativa que permita valorizar los residuos agroquímicos, contribuyendo así a mejorar la sostenibilidad y protección ambiental. Pues, el mal manejo de desechos peligrosos puede llevar a la contaminación de cuerpos de agua, suelo y aire. Los residuos agroindustriales pueden ser aprovechados en diferentes procesos que incluyan la elaboración de nuevos productos (Cornejo, 2019).

1.2 Delimitación

1.2.1 Delimitación geográfica

Se detalla geográficamente la unidad de análisis a continuación:

Ilustración 1. *Puntos de muestreo*



Fuente: Google Earth

Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 1. *Coordenadas de puntos de muestreo*

Coordenadas			
Punto 1		Punto 2	
X	Y	X	Y
624573,00 m E	9751793,00 m S	624477,00 m E	9751773,00 m S
624567,00 m E	9751789,00 m S	624479,00 m E	9751769,00 m S
624584,00 m E	9751775,00 m S	624471,00 m E	9751770,00 m S
24580,00 m E	9751772,00 m S	624473,00 m E	9751766,00 m S

Fuente: Google Earth

1.2.2 Delimitación temporal

El trabajo experimental se realizó entre los meses de abril a septiembre del 2024, tiempo en que se cubrió el levantamiento de información, experimentación y evaluación de resultados.

1.2.3 Delimitación sectorial

El área de estudio se ha delimitado en un terminal portuario, ubicado en Guasmo Norte, parroquia Ximena, cantón Guayaquil, provincia del Guayas. Se han identificado dos puntos de muestreo dentro de las instalaciones donde se encuentra plástico contaminado: uno ubicado fuera de una bodega de producción y ensacado de producto, y otro frente al centro de acopio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer un manejo alternativo de los residuos peligrosos tipo fertilizante generados durante las actividades de recepción y despacho en un terminal portuario en la ciudad de Guayaquil, mediante un tratamiento físico para determinar la viabilidad de reutilización del agroquímico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades del residuo peligroso presente en bolsas de plástico mediante un análisis cuantitativo, con el fin de determinar su viabilidad para la reutilización.
- Desarrollar una experimentación y un protocolo que incluya estrategias de limpieza, procesos físicos y químicos para la reutilización de fertilizante en áreas verdes.
- Analizar el costo-beneficio de la experimentación mediante una evaluación financiera para verificar la viabilidad de la reutilización de fertilizante.

1.4 Marco hipotético

1.4.1 Hipótesis General

¿Proponiendo un manejo alternativo de los residuos peligrosos tipo fertilizante generados durante las actividades de recepción y despacho en un terminal portuario en la ciudad de Guayaquil, permitirá determinar la viabilidad de reutilización del agroquímico?

1.4.2 Hipótesis Específicas

- ¿Identificando las propiedades del residuo peligroso presente en bolsas de plástico determinará su viabilidad para la reutilización?

- ¿Desarrollando una experimentación y un protocolo logrará la reutilización de fertilizante en áreas verdes?
- ¿Analizando el costo-beneficio de la experimentación permitirá verificar la viabilidad de la reutilización de fertilizante?

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Fundamentos Teóricos

2.1.1 Evolución y rendimiento de los Fertilizantes

Con el paso de los años el uso de fertilizantes ha evolucionado en el mercado de la agricultura, pues se han ido mejorando sus prácticas. Antiguamente se utilizaban sustancias como cal, lombrices y restos de árboles, ahora se ha optado por mejorar sus propiedades nutritivas utilizando elementos nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, entre otros. La industria alimenticia presiona a los agricultores con la finalidad de incrementar la capacidad de cosecha, es por ello que se han visto obligados a recurrir a los fertilizantes químicos (F. Yaranga, 2020). En general el agricultor conoce y aplica tres elementos imprescindibles para el desarrollo de la planta, nitrógeno, potasio y fósforo, pero para que el desarrollo sea óptimo, hay que tener en cuenta otros nutrientes que son esenciales para el ciclo de vida de la planta, se requieren macroelementos en importantes cantidades: calcio, magnesio y azufre además de micronutrientes, en mucho menor concentración, como el hierro, boro, zinc cobre y manganeso entre otros (Valle, 2022).

2.1.2 Fertilizante

Según el Acuerdo Ministerial 097 – A, en la sección de definiciones, se menciona que un fertilizante es todo aquel producto ya sea de origen orgánico o químico que sirve para aportar nutrientes al suelo a fin de mejorar su productividad (Ambiente, 2015). Según American Chemical Society (CAS) existen dos tipos de fertilizantes, los orgánicos los cuales son elaborados a base de materia orgánica como estiércol de varios animales, harina de alfalfa, harina de pescado, cenizas de madera y sintéticos, los cuales, el abono es producido a través de un proceso industrial, para su elaboración usan fósforo extraído de rocas de fosfato y nitrógeno fijado de la atmósfera por lo cual se necesita gran cantidad

de energía para las actividades de minería además del uso de fuentes de energía de combustibles fósiles presentes en su producción lo que da como resultado contaminación ambiental y afectación en la salud de las personas, por lo tanto, es importante destacar la opción de elegir por un sistema de agricultura sostenible. (Society, Innovación en la producción sostenible de fertilizantes, 2023) A nivel nacional 396.619,68 hectáreas usan fertilizantes orgánicos, las cuales corresponden al 16.22% de la superficie de cultivos permanentes, y al 11.98% del total de la superficie de cultivos transitorios, mientras para los fertilizantes químicos, la superficie de uso fue 1'699.135,54 (J. Álava, 2021).

2.1.2.1 Tipos de Fertilizantes

Fertilizantes orgánicos: Son de origen animal o vegetal y se los conoce como abonos. El principal beneficio es la optimización del estado del suelo y favorecer la retención de agua y nutrientes.

Fertilizantes químicos: Su mayor beneficio en la agricultura es la obtención de resultados en un tiempo más rápido. A simple vista, mejoran el estado de salud de la planta para aumentar su producción de cosecha.

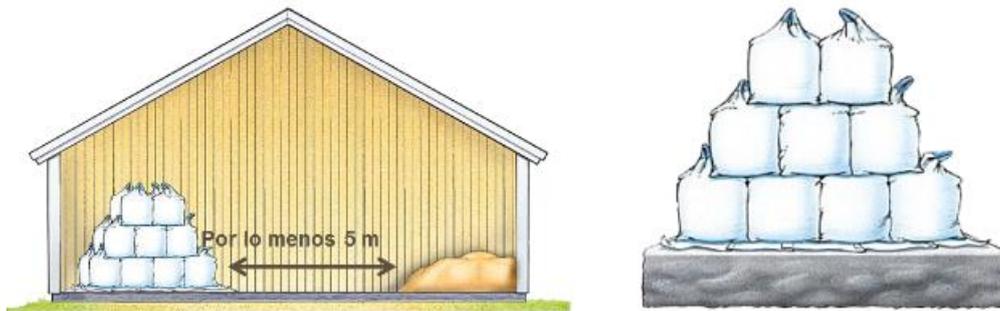
2.1.3 Almacenaje y manejo de productos tipo fertilizante

Los fertilizantes son almacenados en bodegas cerradas para evitar que el producto sea afectado por factores como el sol, lluvia, etc. Según la página oficial de la comercializadora de fertilizante YARA, menciones que las condiciones ideales de almacenaje son:

- *Bodega cerrada para proteger el producto del clima exterior.*
- *Ambiente limpio sin suciedad.*
- *Temperatura entre 5 y 30°C*
- *Evitar que el fertilizante tenga humedad ya que puede causar apelmazamiento y polvo.*

- *Equipar con palets para evitar encimar los Big Bags. (YARA, 2024)*

Ilustración 2 Almacenaje de fertilizante



Fuente: Yara 2024

2.1.4 Impacto del residuo de fertilizante en el medio ambiente

Según el Acuerdo Ministerial 097 A, un desecho peligroso se denomina como “*Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables*” (Ambiente, 2015).

Al finalizar los procesos de almacenamiento y ensacado de fertilizante, los plásticos denominados Big Bags al estar contaminados con producto, se consideran un desecho peligroso al contener una sustancia química peligrosa ya que los fertilizantes manipulados en la empresa tienen características corrosivas.

En la actividad agrícola e industrial asociada a un producto determinado (arroz, caña de azúcar), se utilizan una serie de recursos (energía, materias primas), y se producen una serie de desechos, los cuales producen un efecto sobre el medioambiente y que en ocasiones se desconoce (Jaime F., 2019).

Lee Heng, jefa de la Sección de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la

Agricultura, afirma que los agrocontaminantes pueden hacer que el agua sea imbebible y causar daños en los ecosistemas acuáticos y en la biodiversidad. Los nutrientes presentes en el fertilizante, por ejemplo, fomentan el crecimiento de algas, lo que reduce los niveles de oxígeno en el agua y resulta perjudicial para los peces y la vida acuática. (N., 2020)

Eutrofización de aguas superficiales: La presencia de nitrógeno y fósforo en el agua puede provocar un crecimiento acelerado de fitoplancton junto a otras especies de flora acuática atribuyendo al desequilibrio del ecosistema.

Deterioro de la calidad del agua: Según la OMS, en caso de haber una concentración de nitrato que supere los 50 mg/L en un cuerpo de agua, su consumo ya no será apto para el ser humano.

Para prevenir la contaminación causada por los residuos de fertilizante que contienen nitratos, se debe contar con una buena gestión de residuos plásticos contaminados por dicho producto.

Existen varias opciones para la agricultura que mediante tecnologías sostenibles puedan disminuir el impacto ambiental y prevenir el agotamiento de macronutrientes en el caso de los fertilizantes con el objetivo de lograr objetivos en armonía con la naturaleza.

Entre estas soluciones se encuentran los nanofertilizantes inteligentes, con esta opción se espera que los nanofertilizantes de nitrógeno aumenten la eficiencia del uso de nitrógeno al aumentar la absorción de nitrógeno por las plantas y reducir la liberación de nitrógeno a la atmósfera mediante la reducción del volumen del fertilizante en nanopartículas, complementar el fertilizante con nanomateriales o formar estructuras nanocompuestos almacenándolas en nanoporos para controlar la liberación de nutrientes. (Society, Reducir, reutilizar, reciclar: el camino hacia la agricultura sostenible, 2023)

2.1.5 Ensacado de Big Bags

El proceso actual de ensacado se realiza principalmente con ayuda de un cargador frontal como medio de abastecimiento y una tolva de ensacado de dos bocas. Este proceso consta de 4 procesos/etapas básicas: Abastecimiento de tolva, ensacado, cosido de sacos y por último el arrumado de sacos. (Bueno Polo Jorge Luis, 2020)

2.1.6 Triple Lavado

Según la INEN 2078:2013, el triple lavado implica lavar los envases vacíos al menos tres veces consecutivas, usando agua en una cantidad no menor a 1/4 del volumen del envase en cada lavado. Después de lavar los envases, deben ser inutilizados mediante perforación u otro método similar. El agua utilizada en el lavado debe añadirse al tanque de aplicación del plaguicida como parte del agua de preparación; de lo contrario, debe ser tratada como un desecho peligroso y sometida al tratamiento adecuado. (INEN, 2013)

2.1.6.1 Triple lavado de envase agroquímico

El triple lavado para plásticos en contacto con producto químico se basa en tres principios:

- **Economía:** Aprovechar al 100% el producto que queda como residuo en el envase.
- **Seguridad:** El plástico lavado puede ser reutilizado sin presentar algún riesgo a la salud o el ambiente.
- **Ambiente:** Una vez lavado el plástico se reduce el riesgo de contaminación por desechos peligrosos luego de su disposición final.

2.2 MARCO LEGAL

2.2.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Acorde a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador (2008) publicada en el Registro Oficial No. 449 el 20 de octubre del 2008.

La Constitución reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, asegurando la sostenibilidad y el buen vivir (sumak kawsay). Además, establece que la naturaleza, o Pacha Mama, tiene derechos que incluyen el respeto a su existencia y la conservación de sus ciclos vitales y procesos evolutivos. Asimismo, la Constitución promueve un modelo de desarrollo sustentable, equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, garantizando la participación de todos los actores sociales en la gestión ambiental y priorizando siempre la protección de la naturaleza ante cualquier ambigüedad legal.

2.2.2 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Acorde a lo establecido en la Código Orgánico del Ambiente (2017) publicada en el Registro Oficial No. 983 el 12 de abril del 2017.

El Código Orgánico del Ambiente establece principios fundamentales para la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente, alineados con la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado. Entre estos principios destaca la responsabilidad integral, que obliga a quienes realicen actividades con posibles impactos ambientales, especialmente aquellas que involucren sustancias tóxicas o peligrosas, a asumir una responsabilidad completa y diferenciada a lo largo de todo el ciclo de vida del producto y la gestión de residuos. Además, el Código dispone que la Autoridad Ambiental Nacional, junto con los Gobiernos Autónomos Descentralizados y otras autoridades competentes, deben monitorear la calidad del aire, agua y suelo conforme a las normas

técnicas y reglamentarias vigentes, promoviendo la investigación y generación de información sobre contaminación para identificar sus causas, efectos y posibles soluciones. Asimismo, se exige que todos los generadores y gestores de residuos peligrosos y especiales obtengan una autorización administrativa, cumpliendo con los procedimientos y requisitos normativos, garantizando un manejo adecuado y seguro de estos desechos en todas las fases de su gestión.

2.2.3 REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Acorde a lo establecido en la Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019) publicada en el Registro Oficial No. 752 el 12 de junio del 2019.

Art. 1.- Objeto y ámbito. - El presente Reglamento desarrolla y estructura la normativa necesaria para dotar de aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente. Constituye normativa de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público central y autónomo descentralizado, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.

Art. 7.- Biodiversidad como recurso estratégico. - La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá la rectoría y gestión del sector estratégico de la biodiversidad, desarrollando el modelo de gestión intersectorial conforme las competencias, facultades y atribuciones establecidas en la normativa vigente.

2.2.4 ACUERDO MINISTERIAL 061

Acorde a lo establecido en el Acuerdo Ministerial 061 (2015) publicada en el Registro Oficial No. 316 el 4 de mayo del 2015.

El Acuerdo Ministerial 061 establece las regulaciones para la gestión de desechos peligrosos y especiales, así como los mecanismos de prevención y control de la

contaminación en el territorio nacional, conforme a las normativas técnicas aplicables y los convenios internacionales ratificados por el Estado ecuatoriano. Define como desechos peligrosos aquellos residuos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos que resulten de procesos industriales, de reciclaje o de consumo, y que contengan sustancias con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, incluye aquellos desechos enumerados en los listados nacionales de desechos peligrosos, los cuales son establecidos y actualizados mediante acuerdos ministeriales.

2.2.5 ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXO 2

Acorde a lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A (2015) publicada en el Registro Oficial No. 387 el 4 de noviembre del 2015.

Objetivo General

La presente norma tiene como objetivo principal preservar la salud de las personas y velar por la calidad ambiental del recurso suelo a fin de salvaguardar las funciones naturales en los ecosistemas, frente a actividades antrópicas con potencial para modificar su calidad, resultantes de los diversos usos del recurso.

Ítem 4 numeral 4.2 Prevención de la contaminación al recurso suelo

Numeral 4.2.2 Sobre las actividades que generen desechos peligrosos y especiales. -

Este artículo aborda la gestión de desechos peligrosos y especiales generados por actividades industriales, comerciales, agrícolas o de servicio, los cuales deben ser devueltos a sus proveedores o entregados a un gestor ambiental calificado por la Autoridad Ambiental Competente, quien se encargará de su disposición final siguiendo las normas técnicas ambientales y regulaciones vigentes.

Art. 87.- Gestión de Desechos Peligrosos y Especiales.

Establece que las instituciones deben mantener un registro actualizado de la entrega de desechos peligrosos y especiales a gestores ambientales calificados. Además, prohíbe el almacenamiento de estos desechos por un período superior a un año. El almacenamiento debe realizarse de acuerdo con la normativa ambiental vigente, y esta conformidad será verificada en el lugar, independientemente de si la entidad ha presentado la declaración de generador o reportado la gestión de los desechos.

2.2.6 GESTIÓN DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS PLÁSTICOS DE AGROQUÍMICOS

- Acuerdo Ministerial 142, acorde a lo establecido en el Acuerdo Ministerial 142 (2012) publicada en el Registro Oficial No. 856 el 21 de diciembre del 2012 menciona la clasificación de los desechos peligrosos a especiales, considerando que a los envases de agroquímicos se les haya realizado el procedimiento de triple lavado.
- Norma técnica Ecuatoriana INEN 2078: 2013, se refiere a la disposición adecuada de los envases vacíos de agroquímicos, los cuales deben tratarse como residuos especiales debido a los residuos de productos químicos que contienen. Por lo tanto, la normativa asegura la correcta gestión en los centros de acopio y el traslado de estos envases.

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA

La investigación realizada para el tratamiento de los residuos peligrosos generados en la unidad de análisis fue de tipo experimental, se llevó a cabo en el laboratorio de investigación de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus María Auxiliadora, km 19 Vía a la Costa.

3.1 Diseño de investigación

El proceso de investigación se caracteriza por la inquietud de un individuo para resolver problemas circundantes mediante la aplicación del método científico. En este caso, desde el paradigma positivista, emerge la posibilidad de llevar a cabo investigaciones a través de procesos experimentales, en los cuales se manipula intencionadamente una variable independiente. (Galarza, 2021)

La investigación tiene un diseño de naturaleza experimental, la unidad de análisis fue las instalaciones donde se desarrollan las actividades de almacenamiento, mezclado, ensacado y despacho de fertilizantes.

Para la determinación de la generación de los residuos peligrosos se realiza una investigación descriptiva para reunir la información mediante la revisión de los registros históricos de los movimientos de sacos.

Para la caracterización de las propiedades físicas y químicas de los residuos del tratamiento de limpieza se hicieron pruebas experimentales de cuantificación de nutrientes, color y sólidos sedimentables.

Con los resultados de la experimentación se realizó un protocolo de limpieza para los sacos y big bag mediante la descripción de las actividades y la elaboración de un diagrama de flujo.

La experimentación indicó el resultado del aprovechamiento del tratamiento de los residuos en los que se establecerá mediante tablas la información de cantidad de fertilizante recuperado, el agua generada por el triple lavado y la cantidad de sacos disponibles para su reuso.

3.2 Población

Como población se considera la cantidad de sacos y big bag generados en la unidad de análisis, para precisar esta información, se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva usando como instrumento los registros de los desalojos existentes.

3.3 Muestra

En este proyecto, se aplicó el muestreo no probabilístico, debido a la conveniencia para el desarrollo de la investigación.

3.3.1 Variables

- Concentración de fertilizante
- Cantidad de fertilizante que hay en el plástico
- Cantidad de agua para extraer el residuo del producto.

Variables dependientes: Recuperación de fertilizante debido a que este depende de la cantidad de fertilizante presente en la funda plástica.

Variables independientes: Residuo de fertilizante

Variable Interviniente: Agua

3.4 Protocolos

3.4.1 Uso de Ficha Técnica o Material Safety Data Sheet (MSDS)

Debido a que el producto del fertilizante es una sustancia química de naturaleza corrosiva, es importante conocer sus características y efectos en caso de exposición o inhalación del producto.

Según la normativa OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) Esas hojas deben incluir información detallada sobre los peligros químicos, sus efectos, cómo evitar la exposición y el tratamiento de emergencia en caso de exposición. (Departamento del Trabajo de los EE. UU., 2023)

3.4.2 Protocolo de bioseguridad (EPP)

Al momento de manipular el producto para obtener las muestras y hacer el lavado del plástico, es importante el uso de equipos de protección personal. Para la recolección de las muestras en planta se usó el equipo de protección personal tales como guantes, casco y gafas de seguridad, así mismo, en el triple lavado de los plásticos se utilizó el uso de mandil y guantes antes de su manipulación.

3.5 Procesos, materiales y equipos

3.5.1 Etapa 1: Toma de muestras

Tabla 2: *Materiales usados en la recolección de muestras*

No	Procesos	Materiales/Equipos
1	Recolección de muestras de fundas Big Bag y sacos contaminados.	Bolsas para desechos EPP

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

3.5.2 Etapa 2: Cuantificación de generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis

Para la determinación de la generación de los residuos peligrosos en la unidad de análisis se realizó una investigación de tipo descriptiva con el uso de los registros de desalojo existente.

3.5.3 Etapa 3: Caracterización de los residuos generados en el tratamiento de limpieza de los residuos peligrosos de la unidad de análisis.

Para la determinación de los residuos generados en el tratamiento de los residuos peligrosos se realiza las pruebas experimentales de soplado y lavado.

3.5.3.1 Caracterización de los residuos sólidos del tratamiento

Para la caracterización de los residuos sólidos se determina los nutrientes y la textura, y sus resultados se presentarán en tablas y gráficos.

3.5.3.2 Caracterización de los residuos líquidos del tratamiento

Para la caracterización de los residuos líquidos se determina los nutrientes, color y sólidos sedimentables y sus resultados se presentarán en tablas y gráficos.

3.5.3.2.1 Caracterización de agua de lavado 1

Para la caracterización de los residuos líquidos del proceso del lavado 1 se determina los nutrientes, color y sólidos sedimentables y sus resultados se presentarán en tablas y gráficos.

3.5.3.2.2 Caracterización de agua de lavado 2

Para la caracterización de los residuos líquidos del proceso de lavado 2 se determinaron los nutrientes, color y sólidos sedimentables y sus resultados se presentarán en tablas y gráficos.

3.5.3.2.3 Caracterización de agua de lavado 3

Para la caracterización de los residuos líquidos del proceso de lavado 3 se determina los nutrientes, color y sólidos sedimentables y sus resultados se presentarán en tablas y gráficos.

3.5.4 Etapa 4: Protocolo de limpieza

Con los resultados de la experimentación se realizó un protocolo de limpieza para los sacos y big bag mediante la descripción de las actividades y la elaboración de un diagrama de flujo.

3.5.5 Etapa 5: Aprovechamiento de los residuos obtenidos en el tratamiento

La experimentación indicó el resultado del aprovechamiento del tratamiento de los residuos en los que se establecerá mediante tablas la información de cantidad de fertilizante recuperado, el agua generada por el triple lavado y la cantidad de sacos disponibles para su reúso.

3.6 Parámetros a evaluar

En la tabla siguientes se expresan los parámetros a ser evaluados, su método, instrumento y procedimiento.

Tabla 3. *Parámetros por analizar*

Parámetro	Método	Instrumento	Descripción
Sodio, potasio, magnesio, calcio, zinc	AOAC 2006.03	Microondas CEM MARS 6	Digestión: Se tomó una muestra de 0.5 g y se introdujo en los tubos, los cuales se colocaron en las gradillas del Microondas CEM MARS 6 Mars 6. A continuación, se ajustó el programa de calentamiento, incluyendo la temperatura, el tiempo, la presión y la potencia. Este método de microondas está diseñado para realizar la extracción utilizando

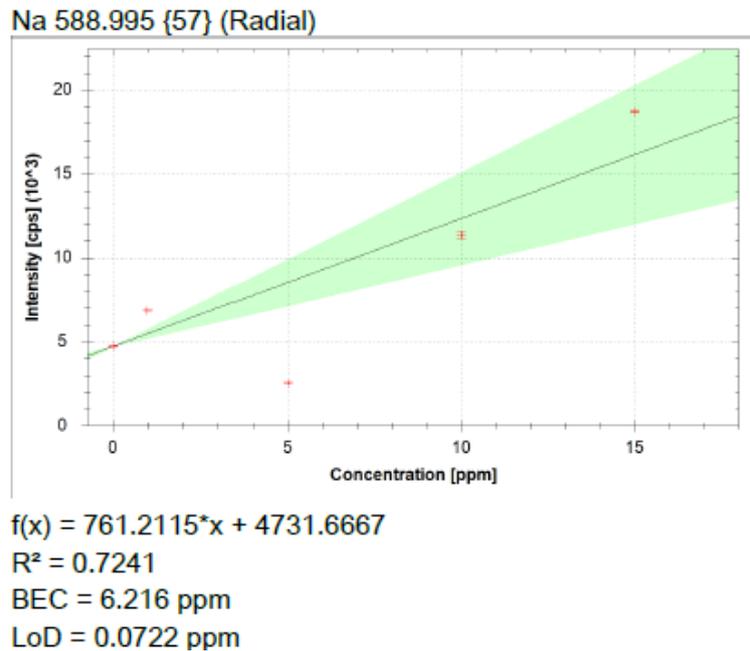
			calentamiento por microondas con HNO ₃ .
	Espectroscopia	ICP-OES	Análisis: Una vez tomada la muestra del residuo de fertilizante en estado sólido, se realiza su respectiva cuantificación de nutrientes con el equipo de ICP-OES, teniendo como parámetros el sodio, potasio, magnesio, calcio y zinc.
Color	Espectrofotometría	Espectrofotómetro UV-VIS DR 6000	Análisis: Se tomó 10ml de cada muestra de lavado para hacer su respectiva lectura de color permitiendo una evaluación rápida de la turbidez y la presencia de partículas suspendidas.
Sólidos sedimentables	Volumetría	Cono Imhoff	Análisis: Se tomó una muestra de 1000 ml y se colocó en conos Imhoff para determinar la cantidad de sólidos sedimentables presentes en cada muestra a intervalos de 5 minutos.

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

3.7 Curvas de calibración

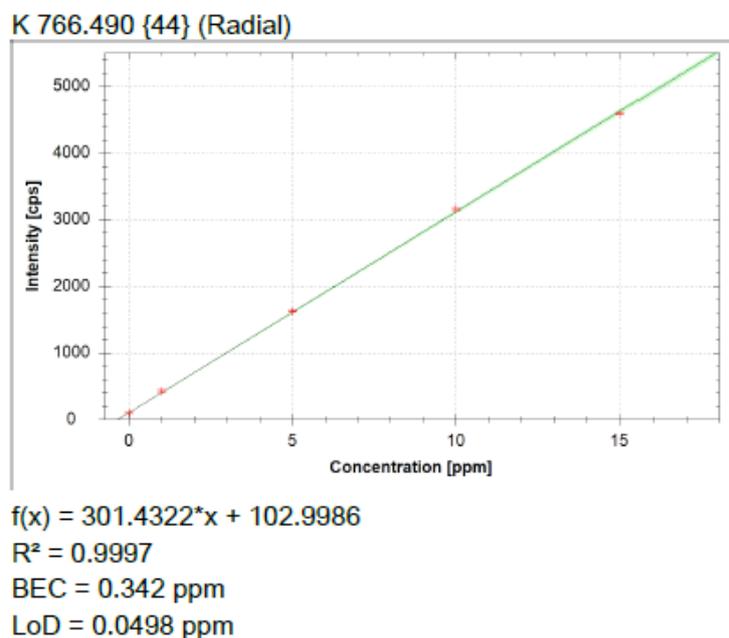
Las curvas de calibración a usar para la determinación de la cuantificación de los nutrientes para verificar la señal y respuesta del equipo ICP-OES son las siguientes:

Ilustración 3. *Curva de calibración de sodio*



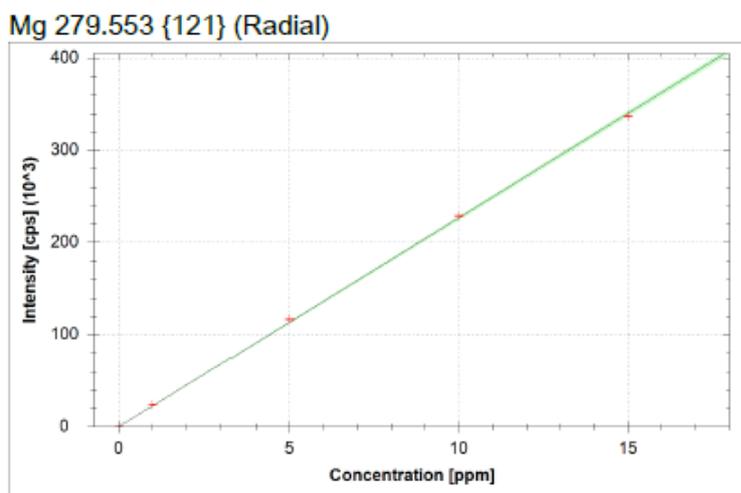
Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 4. *Curva de calibración de potasio*



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 5. Curva de calibración de magnesio



$$f(x) = 22665.4439 \cdot x + 125.9514$$

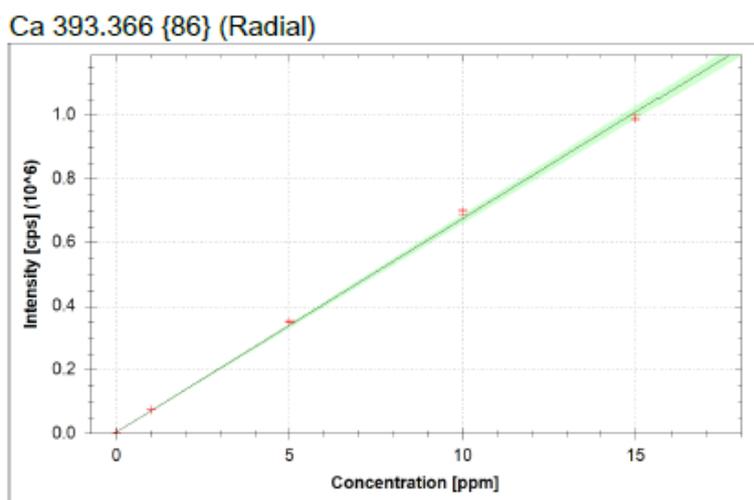
$$R^2 = 0.9997$$

$$\text{BEC} = 0.006 \text{ ppm}$$

$$\text{LoD} = 0.0007 \text{ ppm}$$

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 6. Curva de calibración de calcio



$$f(x) = 67022.0979 \cdot x + 4964.9556$$

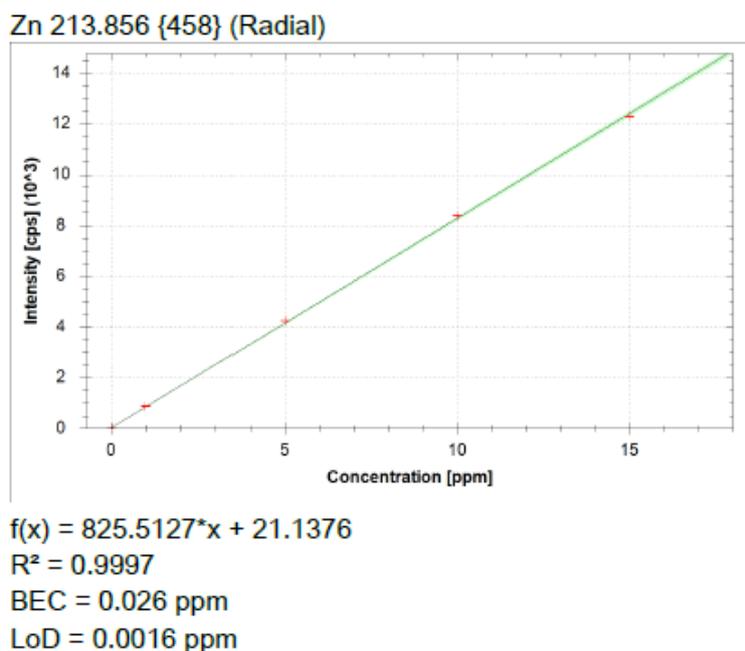
$$R^2 = 0.9986$$

$$\text{BEC} = 0.074 \text{ ppm}$$

$$\text{LoD} = 0.0011 \text{ ppm}$$

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 7 Curvas de calibración de Zinc



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

3.8 Determinación del análisis financiero

Para la verificación de la factibilidad económica de la propuesta se realizó un análisis financiero que contendrá lo siguiente:

3.8.1 Inversión fija total.

Se determinó mediante la sumatoria de los costos requeridos para la compra del terreno, maquinarias, mobiliarios y equipos.

3.8.2 Capital de trabajo

Se obtendrá el valor del capital de trabajo realizando la suma de los valores de materiales directos, labora directo, costo directo e indirecto de producción y gastos administrativos

3.8.3 Presupuesto de ingresos proyectados

Se precisó el presupuesto de ingresos proyectados para el primer año estableciendo las ventas proyectadas de sorbetes, los costos totales de producción, beneficio bruto de ventas, gastos de ventas, beneficio neto de las ventas, gastos generales y administrativos,

beneficio neto en operaciones, beneficio antes de la participación, determinación de utilidades, beneficios después de la participación, cálculo del impuesto a la renta y la determinación de la utilidad neta.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis

Dentro de la unidad de análisis, se genera una acumulación anual de 18928 Kg de bolsas plásticas como sacos pequeños y big bags los cuales se encuentran contaminados con residuo del producto de fertilizante, haciendo del plástico un desecho peligroso.

- Los sacos plásticos vacíos tienen un peso de 84,70 gramos = 0,0847 Kg
- Los big bags vacíos tienen un pesaje de 1,5 kg
- En cada big bag entran 45 sacos

Tabla 4. Registro anual de desalojo de plástico contaminado

MES	PESO Kg	BASE CÁLCULO No SACOS	No BIG BAG	PESO BIG BAG	PESO SACOS	No SACOS
		Unidades	Unidades	Kg	Kg	Unidades
ENERO	2135	25207	560	840	1295	15287
FEBRERO	2300	27155	603	905	1395	16468
MARZO	1765	20838	463	695	1070	12637
ABRIL	1235	14581	324	486	749	8843
MAYO	1266	14947	332	498	768	9065
JUNIO	1050	12397	275	413	637	7518
JULIO	1245	14699	327	490	755	8914
AGOSTO	1543	18217	405	607	936	11048
SEPTIEMBRE	1245	14699	327	490	755	8914
OCTUBRE	1389	16399	364	547	842	9945
NOVIEMBRE	1832	21629	481	721	1111	13117
DICIEMBRE	1923	22704	505	757	1166	13769
TOTAL	18928	223471	4966	7449	11479	135525

Fuente: Terminal portuario

4.2 Resultados de la experimentación

4.2.1 Caracterización de los residuos

4.2.1.1 Residuo de fertilizante en estado sólido

4.2.1.1.1 Pesaje de residuo de fertilizante

Se realizaron pruebas para la determinación de la cantidad de fertilizante presente en los sacos.

Tabla 5. *Pesaje del fertilizante en polvo extraído de sacos*

MES	PESO POR SACO EN GRAMOS
Enero	10,8
Febrero	9,15
Marzo	9,22
Abril	11,21
Mayo	11,5
Junio	9,75
Julio	10,5
Agosto	10,92
Septiembre	8,991
Octubre	9,234
Noviembre	8,953
Diciembre	10,025
Mínimo	8,953
Máximo	11,5
Promedio	10,02
TOTAL	120,3

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.1.2 Textura del residuo de fertilizante

Por cada big bag y saco, se pudieron extraer aproximadamente 10g de muestras de residuos de fertilizantes, en la cual se observó que, por efectos de temperatura y factores ambientales, presentaban tres formas de estados: húmedo, apelmazado y seco, por lo que se infiere que este residuo puede cambiar de sólido a líquido. La razón por la cual el fertilizante se podía observar en estado húmedo y apelmazado es debido a su

higroscopicidad ya que tiene una alta solubilidad en agua. Al estar en temperatura ambiente, el fertilizante absorbe la humedad lo cual provoca la disolución de partículas con lo que se deshace su estructura física. (Arévalo, 2013)

Ilustración 8. Observación de textura de residuo de fertilizante extraído de sacos.



Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.1.3 Características químicas del residuo de fertilizante

Tabla 6. Visualización de nutrientes por lectura de ICP-OES en muestras sólidas

Muestras sólidas	Metales (ppm)				
	Sodio	Potasio	Magnesio	Calcio	Zinc
1	68,231	1956,747	N/A	N/A	4,358
2	59,970	1843,874	N/A	N/A	4,351
3	57,953	1874,957	N/A	N/A	4,079
4	18,724	1734,714	N/A	N/A	2,911
5	17,393	1654,834	N/A	N/A	5,723

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

Luego de obtener la lectura de los macroelementos en las muestras sólidas se multiplicaron los valores por el factor de dilución el cual es 100, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultado de valores de nutrientes por factor de dilución

Muestras sólidas	Metales (ppm)				
	Sodio	Potasio	Magnesio	Calcio	Zinc
1	6823,10	195674,70	N/A	N/A	435,80
2	5997,00	184387,40	N/A	N/A	435,10
3	5795,30	187495,70	N/A	N/A	407,90
4	1872,40	173471,40	N/A	N/A	291,10
5	1739,30	165483,40	N/A	N/A	572,30

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

Los valores que se mencionan como “N/A” quiere decir que superó los límites de cuantificación del equipo ICP-OES, es decir, que su valor de concentración al ser bastante alto, el equipo se satura y no se puede mostrar el valor exacto.

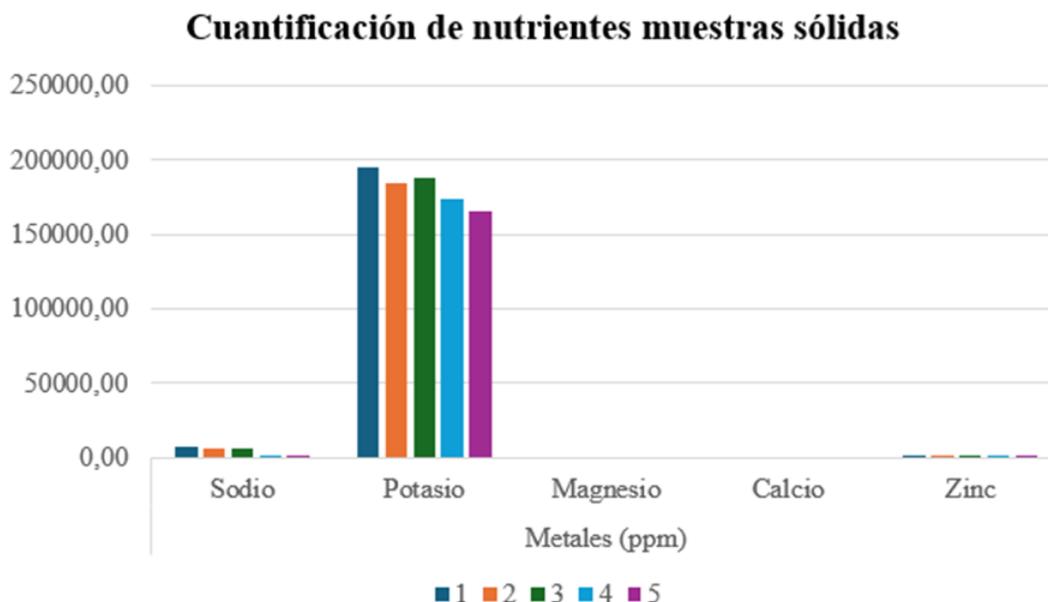
Por otra parte, los valores del potasio al tener un alto valor de concentración por ser el macroelemento con más presencia en el fertilizante, se realizó la conversión de ppm a g/L.

Tabla 8. Presencia de potasio en unidades de gramos/litro

Muestras sólidas	Potasio
1	195,67
2	184,38
3	187,49
4	173,47
5	165,48

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

Ilustración 9. Representación gráfica de cuantificación de nutrientes en muestras sólidas.



Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2 Residuo de fertilizante en estado líquido

En la experimentación, se realizó la limpieza de los big bags y sacos de los cuales se obtuvo un volumen de 5 litros de agua con fertilizante por cada lavado. Por consiguiente, se realizaron los siguientes análisis mediante procesos físicos y químicos, obteniendo los siguientes resultados:

4.2.1.2.1 Agua de lavado 1

4.2.1.2.1.1 Cuantificación de nutrientes lavado 1

Tabla 9. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 1

	Muestras de lavado	Metales (ppm)				
		Sodio	Potasio	Magnesio	Calcio	Zinc
Big bag 1	Lavado 1	42,400	672,940	105,445	N/A	6,769
Big bag 1	Lavado 1	15,500	245,115	49,079	N/A	2,067
Saco 1	Lavado 1	6,682	175,821	32,195	N/A	1,007
Saco 2	Lavado 1	5,768	54,556	16,606	47,579	0,293

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.1.2 Sólidos sedimentables de lavado 1

Tabla 10. Sólidos sedimentables en agua de lavado 1

Sólidos Sedimentables Lavado 1 (ml/l)			
Big bag 1	Big bag 2	Saco 1	Saco 2
0,6	0,6	0,01	0,05
0,9	1	0,05	0,09
1,3	1,2	0,07	0,1
1,6	1,4	0,08	0,1
1,8	1,5	0,09	0,1
1,9	1,6	0,1	0,2

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.1.3 Color real lavado 1

Tabla 11. Color real en agua de lavado 1

Color real Lavado 1													
Lectura	Saco 1			Saco 2			Big Bag 1			Big Bag 2			Unidades
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	45	48	46	53	52	50	52	50	49	51	52	50	

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.2 Agua de lavado 2

4.2.1.2.2.1 Cuantificación de nutrientes de lavado 2

Tabla 12. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 2

	Muestras de lavado	Metales (ppm)				
		Sodio	Potasio	Magnesio	Calcio	Zinc
Big bag 1	Lavado 2	13,573	181,575	34,004	N/A	1,697
Big bag 2	Lavado 2	7,683	123,043	27,636	N/A	1,071

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.2.2 Sólidos sedimentables de lavado 2

Tabla 13. Sólidos sedimentables en agua de lavado 2

Sólidos Sedimentables Lavado 2 (ml/l)			
Big bag 1	Big bag 2	Saco 1	Saco 2
1	0,3	0	0,01
1,2	0,5	0	0,07
1,3	0,6	0	0,08
1,5	0,7	0,01	0,08
1,5	0,7	0,01	0,1
1,7	0,8	0,01	0,1

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.2.3 Color real de lavado 2

Tabla 14. Color real en agua de lavado 2

Color real Lavado 2													
Lectura	Saco 1			Saco 2			Big Bag 1			Big Bag 2			Unidades
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	20	20	19	12	10	12	20	19	20	15	17	10	

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.3 Agua de lavado 3

4.2.1.2.3.1 Cuantificación de nutrientes de lavado 3

Tabla 15. Cuantificación de nutrientes en agua de lavado 3

	Muestras de lavado	Metales (ppm)				
		Sodio	Potasio	Magnesio	Calcio	Zinc
Big bag 1	Lavado 3	9,331	87,272	19,617	57,151	0,369
Big bag 2	Lavado 3	5,117	35,376	10,702	N/A	0,291

Elaborado por: Doménica Asanza. y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.3.2 Sólidos sedimentables en lavado 3

Tabla 16. Sólidos sedimentables en agua de lavado 3

Sólidos Sedimentables Lavado 3 (ml/l)			
Big bag 1	Big bag 2	Saco 1	Saco 2
0,8	0,1	0	0
1,2	0,1	0	0
1,3	0,1	0	0
1,4	0,1	0,01	0
1,4	0,2	0,01	0
1,5	0,2	0,01	0

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.2.1.2.3.3 Color real en lavado 3

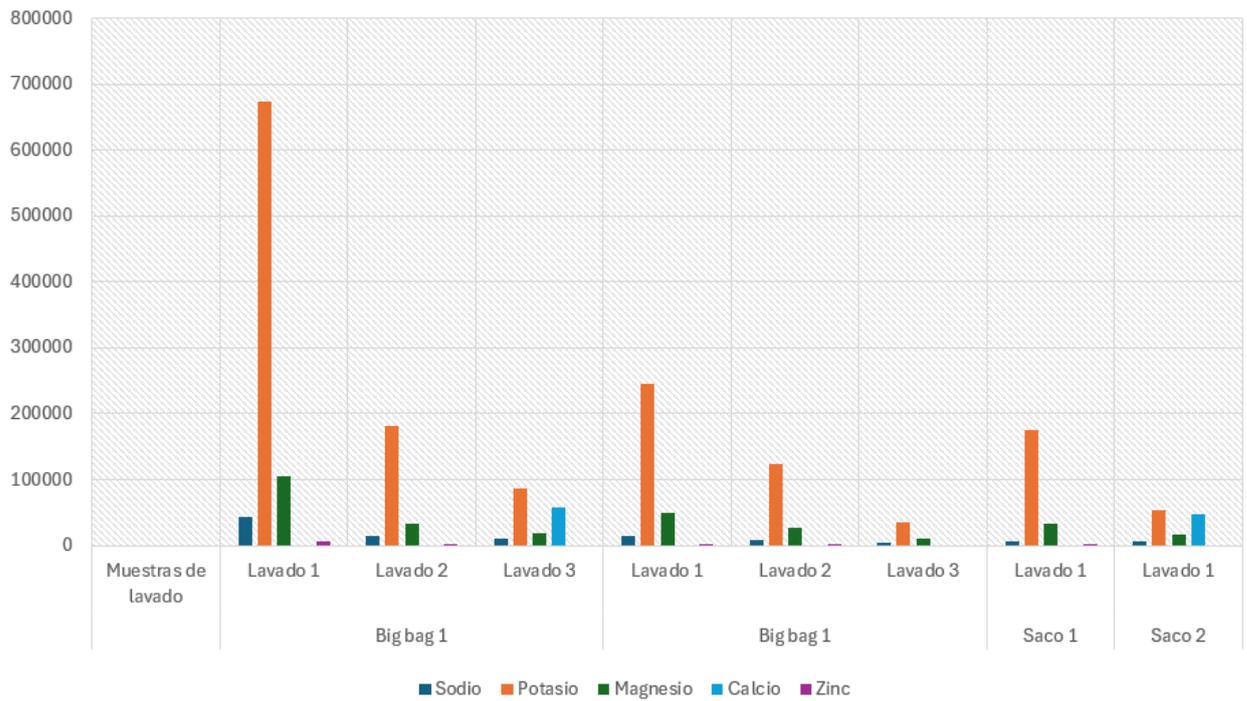
Tabla 17. Color real en agua de lavado 3

Color real Lavado 3													
Lectura	Saco 1			Saco 2			Big Bag 1			Big Bag 2			Unidades
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	10	11	10	7	8	7	9	8	9	5	4	5	PtCo

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

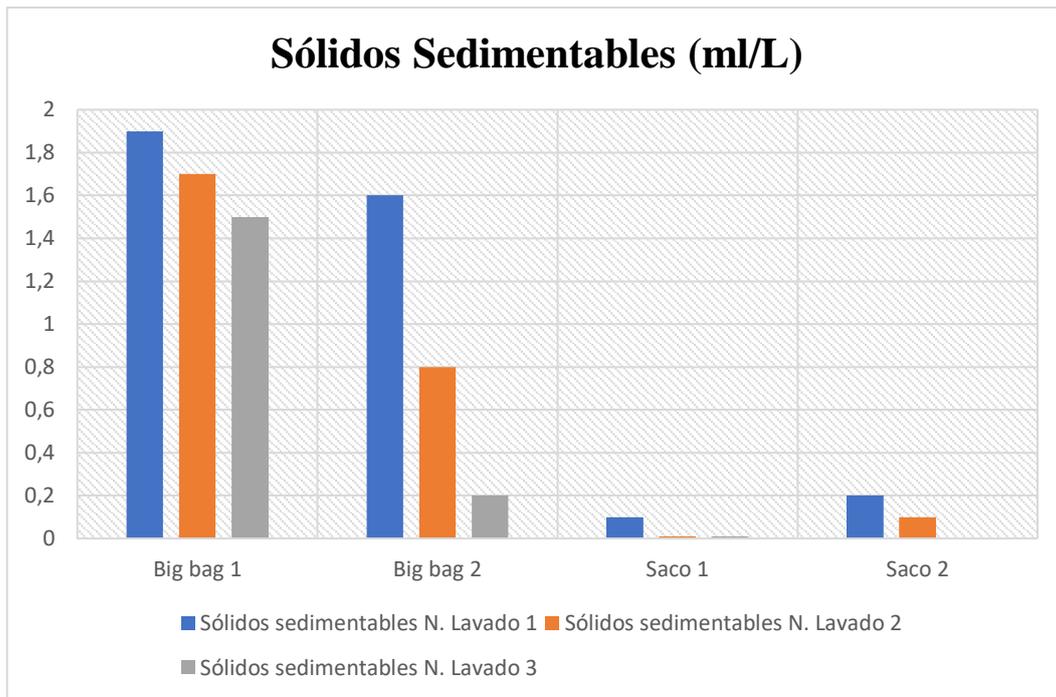
Ilustración 10. Representación gráfica de cuantificación de nutrientes muestras líquidas.

Cuantificación de nutrientes muestras líquidas



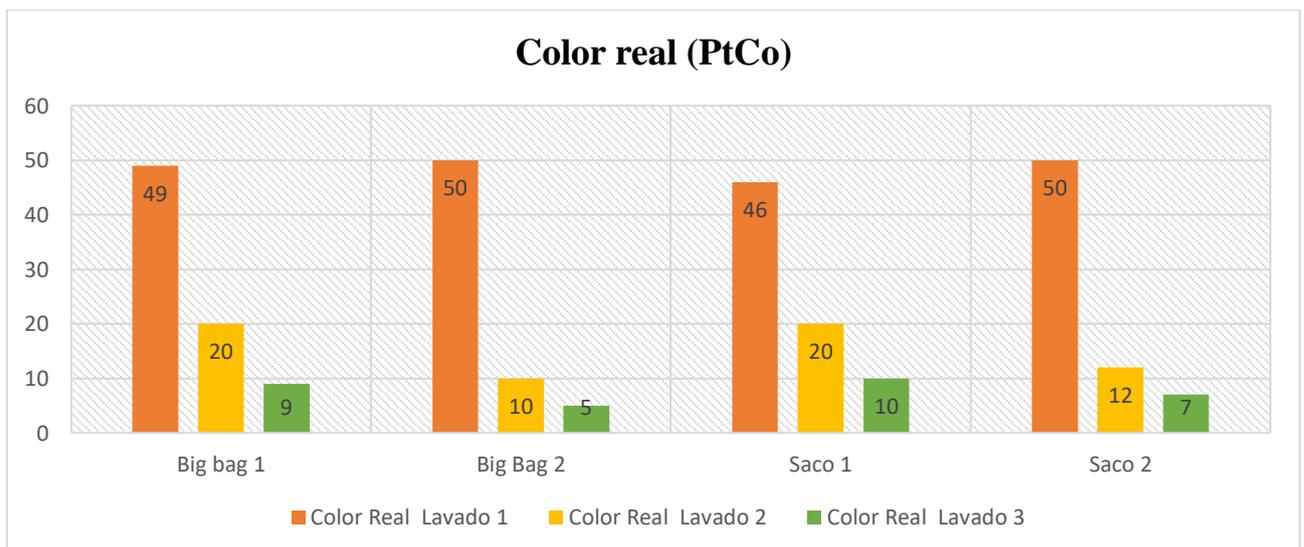
Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 11. Representación gráfica sólidos sedimentables en muestras líquidas



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

Ilustración 12. Representación gráfica color real en muestras líquidas



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.3 Protocolo de limpieza

Las etapas de nuestra propuesta para la realización de la limpieza de los sacos y los big bag contaminados de fertilizante es la siguiente:

- Recolección

- Soplado
- Triple Lavado
- Clasificación
- Almacenamiento
- Comercialización

4.3.1 Recolección

Se debe realizar la recolección de big bags y sacos plásticos que se encuentren contaminados por fertilizante de las instalaciones del terminal portuario para su posterior limpieza.

4.3.2 Soplado

Una vez recolectadas las bolsas plásticas, se debe realizar la extracción del fertilizante en estado sólido con un soplador de aire.

4.3.3 Triple Lavado

Luego de realizarse el soplado, se deben lavar los plásticos utilizando 5 litros de agua por cada bolsa plástica en cada lavado.

4.3.4 Clasificación

Una vez realizado el lavado de sacos y big bags, las aguas de limpieza se deben clasificar de acuerdo con el orden de lavado que corresponden para que no se mezclen entre ellas.

4.3.5 Almacenamiento

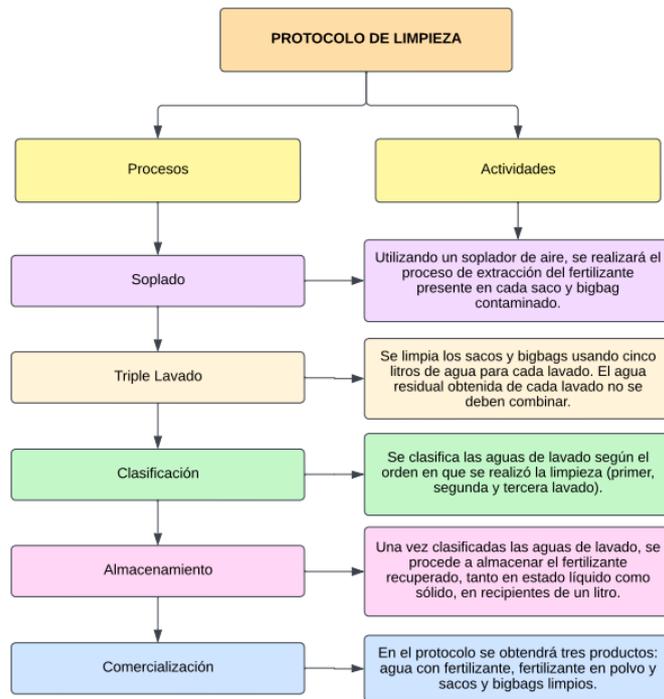
Deben almacenarse únicamente las aguas con fertilizante correspondientes al primer lavado en recipientes ya que los demás lavados tienen una concentración mínima de metales por lo que pueden descartarse. También deben almacenarse aparte los sacos limpios y el fertilizante en polvo extraído del soplado.

4.3.6 Comercialización

Se debe comercializar los tres productos obtenidos del protocolo: agua con fertilizante, fertilizante en polvo y sacos plásticos limpios.

4.3.7 Diagrama de protocolo

Ilustración 13 . Diagrama de protocolo de limpieza



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.4 Aprovechamiento de los residuos tratados

Durante la experimentación una vez realizado el tratamiento de los residuos peligrosos se genera como producto de la limpieza: recuperación del fertilizante, agua con fertilizante y los sacos lavados.

4.4.1 Fertilizante

La cantidad de fertilizante recuperado durante el proceso de limpieza de los residuos peligrosos la tenemos en la tabla No 18 la cual muestra los resultados obtenidos de la experimentación.

Tabla 18. *Cantidad de fertilizante recuperado en la limpieza*

CANTIDAD DE FERTILIZANTE RECUPERADO EN LA LIMPIEZA				
MES	PESO PROMEDIO POR SACO EN GRAMOS	No SACOS	PESO MENSUAL EN GRAMOS	PESO MENSUAL KG
Enero	10,8	15287	165099,6	165
Febrero	9,15	16468	150682,2	151
Marzo	9,22	12637	116513,14	117
Abril	11,21	8843	99130,03	99
Mayo	11,5	9065	104247,5	104
Junio	9,75	7518	73300,5	73
Julio	10,5	8914	93597	94
Agosto	10,92	11048	120644,16	121
Septiembre	8,991	8914	80145,774	80
Octubre	9,234	9945	91832,13	92
Noviembre	8,953	13117	117436,501	117
Diciembre	10,025	13769	138034,225	138
Mínimo	8,953	7518	73300,5	73
Máximo	11,5	16468	165099,6	165
Promedio	10,02	11293,75	112555,23	113
TOTAL	120,3	135525	1350662,76	1351

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.4.2 Agua

Durante la operación del triple lavado el agua residual obtenida de la limpieza presenta característica adecuada para ser usadas en las actividades agrícolas, especialmente las del primer lavado, por la concentración de fertilizante, esta cantidad de agua se alcanza a observar en la tabla No 19.

Tabla 19. Cantidad de agua recuperada en la limpieza

CANTIDAD DE AGUA RECUPERADA EN LA LIMPIEZA						
MES	LAVADO 1	LAVADO 2	LAVADO 3	VOLUMEN PROMEDIO POR SACO EN LITROS	No SACOS	VOLUMEN MENSUAL EN LITROS
Enero	5,1	5,3	5,4	5,3	15287	80512
Febrero	5,3	5,5	5,3	5,4	16468	88378
Marzo	5,1	5,1	4,9	5,0	12637	63185
Abril	5,2	5,2	5,1	5,2	8843	45689
Mayo	5,1	4,9	5,4	5,1	9065	46534
Junio	5,3	5,1	5,2	5,2	7518	39094
Julio	4,9	5,2	5,1	5,1	8914	45164
Agosto	5,3	5,3	5,2	5,3	11048	58186
Septiembre	5,2	5,1	5,5	5,3	8914	46947
Octubre	5,1	5,2	4,8	5,0	9945	50057
Noviembre	5,3	5,1	4,9	5,1	13117	66897
Diciembre	4,9	4,9	5,1	5,0	13769	68386
Mínimo	4,9	4,9	4,8	5,0	7518	39094
Máximo	5,3	5,5	5,5	5,4	16468	88378
Promedio	5,1	5,2	5,2	5,2	11294	58252
TOTAL	56,7	61,9	61,9	61,8	135525	699028

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.4.3 Sacos

Después de la operación de limpieza, los sacos quedan limpios y listos para su reutilización, ya que el plástico se encuentra libre de fertilizante. La cantidad de sacos recuperados se detalla en la tabla No 20.

Tabla 20. Sacos recuperados

SACOS RECUPERADOS	
MES	No SACOS
Enero	15287
Febrero	16468
Marzo	12637
Abril	8843
Mayo	9065

Junio	7518
Julio	8914
Agosto	11048
Septiembre	8914
Octubre	9945
Noviembre	13117
Diciembre	13769
Mínimo	7518
Máximo	16468
Promedio	11294
TOTAL	135525

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5 Resultados de la evaluación financiera

4.5.1 Plan Financiero

El plan financiero recoge toda la información económica del plan de negocio para estudiar su viabilidad.

4.5.2 Terrenos y obras civiles

En esta sección se precisa el valor requerido para la inversión en terrenos y obras civiles que requiere el proyecto.

Tabla 21. *Terrenos y obras civiles*

TERRENOS Y OBRAS CIVILES			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
		metros cuadrados	
Terreno	100	200	20.000,00
Área de Bodega	100	60	6.000,00
Área de Administración	100	50	5.000,00
Tumbada área de administración	20	50	1.000,00
Techado área bodega y administración	35	110	3.850,00
Instalación de puntos eléctricos	30	10	300,00
TOTAL			36.150,00

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.3 Maquinarias, mobiliarios y equipos

El valor requerido para la adquisición de maquinarias, mobiliarios y equipos requeridos para el proyecto.

Tabla 22. Maquinarias, mobiliarios y equipos

MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Soplador de aire	60,00	10	600,00
Compactadora industrial para plástico	5500,00	1	5.500,00
Balanza industrial	3.500,00	1	3.500,00
Manguera pvc	1,12	10	11,20
Escritorios	250,00	3	750,00
Sillas giratorias	120,00	3	360,00
Sillas Plásticas	15,00	5	75,00
Repisas	110,00	2	220,00
Anaqueles (aereos)	43,00	3	129,00
Computadores completos	1.100,00	2	2.200,00
Teléfonos	100,00	1	100,00
Dispensador de agua	150,00	1	150,00
Acondicionador de aire de 10000 BTU	750,00	1	750,00
Impresora	358,00	1	358,00
TOTAL			14.703,20

OTROS ACTIVOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Camión liviano de carga	31.000,00	1	31.000,00
TOTAL			31.000,00

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.4 Total, inversión fija inicial

Los requerimientos iniciales para la inversión fija total son de \$81.853.20 dólares americanos, que serán prestados por un ente crediticio.

Tabla 23. Total, inversión fija inicial

INVERSION FIJA TOTAL		
CONCEPTO	VALOR	%
TERRENOS Y OBRAS CIVILES	36.150,00	44,16
MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS	14.703,20	17,96
OTROS ACTIVOS	31.000,00	37,87
TOTAL	81.853,20	100,00

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.5 Materiales directos

El costo de los materiales directos requeridos para el proceso de la limpieza de bolsas plásticas son los siguientes:

Tabla 24. *Materiales directos*

MATERIALES DIRECTOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Cofias descartables	1	10	10,00
Mascarillas N95	38	10	380,00
Envases plásticos	1	18928	18.928,00
Etiquetas plásticas	0,08	18928	1.514,24
Guantes de nitrilo	6	10	59,00
Gafas de seguridad	10	10	100,00
TOTAL			20.991,24

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.6 Mano de obra directa

Tabla 25. *Mano de obra directa*

MANO DE OBRA DIRECTA			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Empleados	800,00	2	1.600,00
Operarios	600,00	10	6.000,00
TOTAL			7.600,00

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.7 Costos totales de producción

Tabla 26. Costos totales de producción

COSTOS TOTALES DE PRODUCCION		
CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS	20.991,24	35,46
LABOR DIRECTA	7.600,00	12,84
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION	13.800,00	23,31
COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION	16.800,00	28,38
TOTAL	59.191,24	100,00

Fuente: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.8 Capital de trabajo

Tabla 27. Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO		
CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS	20.991,24	27,84
LABOR DIRECTA	7.600,00	10,08
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION	13.800,00	18,30
COSTO INDIRECTO DE PRODUCCION	16.800,00	22,28
GASTOS ADMINISTRATIVOS	16.200,00	21,49
TOTAL	75.391,24	100,00

Fuente: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.9 Ventas proyectadas para el primer año

Tabla 28. Ventas proyectadas para el primer año

VENTAS PROYECTADAS PARA EL PRIMER AÑO			
PRODUCTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR
Sacos de plástico lavados	0,15	135525	20.328,75
Fertilizante recuperado	0,02	1355250	27.105,00
Agua con fertilizante	10,00	699028	6.990.280,00
TOTAL			7.037.713,75

Fuente: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.5.10 Presupuesto de ingresos proyectados

Tabla 29. Presupuesto de ingresos proyectados

PRESUPUESTO DE UTILIDADES PROYECTADAS AL PRIMER AÑO	
CONCEPTO	VALOR
VENTAS PROYECTADAS	7.037.713,75
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION	59.191,24
BENEFICIO BRUTO EN VENTAS	6.978.522,51
GASTOS DE VENTAS	14.400,00
BENEFICIO NETO EN VENTAS	6.964.122,51
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	16.200,00
BENEFICIO NETO EN OPERACIONES	6.947.922,51
BENEFICIO ANTES DE LA PARTICIPACION	6.947.922,51
15 % DE PARTICIPACION DE UTILIDADES	1.042.188,38
BENEFICIO DESPUES DE LA PARTICIPACION	5.905.734,13
25 % DE IMPUESTO A LA RENTA	1.476.433,53
UTILIDAD NETA	4.429.300,60

Fuente: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

4.6 Análisis de los resultados

Para el análisis de este proyecto, se realizaron tres procesos de forma experimental de los cuales se obtuvieron sus respectivos resultados.

4.6.1 Interpretación de los resultados de la generación de residuos peligrosos en la unidad de análisis

La unidad de análisis reporta una acumulación anual significativa de 18,928 kg de bolsas plásticas, las cuales comprenden de sacos pequeños y big bags contaminados con residuos de fertilizante. Cada saco plástico vacío tiene un peso de 0.0847 kg. Considerando la acumulación anual total de 18,928 kg, un número significativo de estos sacos pequeños y big bags contribuye a la acumulación general de desechos contaminados, ya que se calculó que la cantidad total que se acumula en la unidad de análisis es de 135.525 unidades de sacos y 4.966 unidades de big bags. A partir de esta información se interpreta como una problemática de acumulación de plásticos contaminados con residuos de fertilizantes, lo cual representa un riesgo ambiental significativo. Estos desechos no solo

ocupan espacio, sino que también pueden liberar contaminantes químicos al medio ambiente si no se gestionan adecuadamente.

4.6.2 Interpretación de los resultados de la experimentación

4.6.2.1 Análisis de la caracterización de los residuos

4.6.2.1.1 Interpretación de la caracterización de residuos sólidos

Después de la recuperación del residuo de fertilizante en estado sólido extraído del soplado de sacos y big bags, se puede observar que dicho producto todavía contiene sus características físicas, como su higroscopicidad ya que el agroquímico se encontraba en estado húmedo y apelmazado dentro de los envases. Por otra parte, mediante la lectura por el equipo ICP-OES, su cuantificación de macroelementos comprobó la presencia de nutrientes esenciales como lo es el potasio, sodio, magnesio, calcio y zinc, mostrando concentraciones que llegan hasta los 200.000 ppm ya que el fertilizante se mantiene puro luego de haber sido descartado al final de los procesos de ensacado en la empresa.

Tabla 30. *Composición química garantizada*

COMPOSICIÓN QUÍMICA GARANTIZADA		
Nitrógeno Total	N	12%
N-Nítrico	NO ₃	5%
N-Amónico	NH ₄	7%
Fósforo	P ₂ O ₅	11%
Potasio	K ₂ O	18%
Magnesio	MgO	2.7%
Azufre	S	8%
Boro	B	0.015%
Hierro	Fe	0.2%
Manganeso	Mn	0.02%
Zinc	Zn	0.02%

Fuente: Yara 2024

Para verificar la viabilidad de la reutilización del residuo de fertilizante se hizo una comparación con la tabla de la composición química garantizada que ofrece la comercializadora del fertilizante, utilizando los parámetros del potasio y zinc. Al convertir los valores de ppm (partes por millón) a porcentaje, en el caso del potasio tiene como resultado un promedio de 18,05% y el zinc un 0,04%, por lo que ambos macroelementos estarían en el rango de porcentaje que garantiza la composición química del producto.

4.6.2.1.2 Interpretación de la caracterización de residuos líquidos

4.6.2.1.2.1 Interpretación de la cuantificación de nutrientes en muestras líquidas

Luego de haber realizado la lectura en el equipo ICP-OES, se logró visualizar la cuantificación de nutrientes que existen en muestras líquidas precedentes del triple lavado de los sacos plásticos contaminados. Los valores expresados en ppm (partes por millón) indican que los fertilizantes en agua pueden ser recuperados después de la limpieza. En las muestras líquidas, se observa una mayor concentración de nutrientes del fertilizante en el primer lavado, mientras que en el segundo y tercer lavado la concentración disminuye considerablemente.

4.6.2.1.2.2 Interpretación de sólidos sedimentables en muestras líquidas

Tabla 31. Interpretación de sólidos sedimentables en muestras líquidas

Resultados sedimentación			
Tipo de muestra	No. de muestra	Lavado	Apariencia
Sacos plásticos	1	1	Agua con coloración celeste/verdosa, lográndose observar restos de sedimento del fertilizante.

		2	Agua más clarificada, observándose pequeñas cantidades de fertilizante.
		3	Agua más clarificada, con una cantidad casi nula de sedimento de fertilizante.
	2	1	Agua con coloración celeste, lográndose observar bastante sedimentación verdosa proveniente del fertilizante.
		2	Agua más clarificada, sin coloración, aún con pequeñas cantidades de sedimentos verdes por fertilizante.
		3	Agua clarificada, sin coloración, no se observaron sedimentos de fertilizante ni tierra.
	Big bags	1	1
2			Agua sin coloración verdosa con menos turbidez, menos sedimentación de fertilizante y más de tierra.
3			Agua sin coloración verdosa con menos turbidez, se observan sólo sedimentos de tierra.
2		1	Agua con coloración verdosa y apariencia turbia, lográndose observar una alta cantidad de sedimentación por fertilizante y tierra.
		2	Agua sin coloración verdosa aún con turbidez, menos sedimentación de fertilizante y más de tierra.

	3	Agua más clarificada sin turbidez y con una concentración nula de fertilizante y tierra.
--	---	--

Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

De acuerdo con los resultados obtenidos por sólidos sedimentables se pudo observar que la concentración de sedimentos por producto del fertilizante va disminuyendo de acuerdo con la muestra de lavado ya que, en los primeros lavados, se logra visualizar una alta concentración de lo que vendría siendo el agroquímico obteniendo así resultados cerca de 1 ml/l. Por consiguiente, en los segundos y terceros lavados, su concentración va disminuyendo de 0,8ml/l a 0,01 ml/l hasta dar un resultado nulo en algunos casos.

4.6.2.1.2.3 Interpretación de resultados de color real en muestras líquidas

Por otra parte, al realizarse la prueba de color real para las muestras líquidas de los tres lavados por cada saco y big bag, se obtuvieron resultados similares a los de sedimentación, pues la colorimetría en los primeros lavados dio valores en un rango entre 50-40 PtCo, mientras que en los resultados del segundo dio entre 20-10 PtCo y por último, el tercer lavado los valores disminuyeron significativamente entre 8-5 PtCo. También se pudo verificar dichos resultados de manera visual ya que, el primer lavado tiene una apariencia verdosa/celeste mientras que a partir del segundo lavado el agua se ve más clarificada y con menos fertilizante disuelto. Por lo tanto, se interpreta que después del primer lavado del plástico, la concentración de nutrientes en los posteriores lavados es mínima, siendo un indicador de que la limpieza ha sido óptima.

4.6.3 Análisis de protocolo de limpieza

La propuesta de limpieza de sacos y big bags contaminados por fertilizante es un enfoque estructurado para una mejor gestión y tratamiento de residuos peligrosos para su disposición final en el contexto de la industria agrícola. Cada etapa del proceso está diseñada para maximizar la recuperación de materiales útiles y asegurar una eliminación

adecuada de los contaminantes. La implementación exitosa de esta propuesta no solo contribuiría a la reducción de la contaminación ambiental, sino que también promovería prácticas más sostenibles dentro de la industria. Por lo tanto, la comercialización de los subproductos es un aspecto innovador que añade valor económico y cierra el ciclo de gestión de residuos de manera efectiva a partir de una economía circular.

4.6.4 Interpretación del aprovechamiento de los residuos tratados

El tratamiento de los residuos generados por la limpieza de sacos y big bags contaminados con fertilizante ha permitido la recuperación de tres subproductos valiosos: el fertilizante recuperado, agua con contenido de fertilizante, y los sacos plásticos lavados. Por consiguiente, se analiza el potencial y la utilidad de cada uno de estos subproductos.

4.6.4.1 Análisis de la recuperación de fertilizante

La recuperación del fertilizante en estado sólido no solo evita la pérdida de este producto valioso, sino que también reduce el desperdicio y minimiza el impacto ambiental negativo. El fertilizante recuperado puede ser reutilizado en actividades agrícolas, lo cual es beneficioso tanto desde el punto de vista económico. Este enfoque de recuperación permite a las empresas agrícolas optimizar el uso de insumos y reducir costos, alineándose con los principios de la economía circular.

4.6.4.2 Análisis de la recuperación del agua

El uso del agua residual que se generó después de la limpieza en actividades agrícolas es una solución sostenible que aprovecha los nutrientes presentes en el agua. Esta práctica no solo reduce la demanda de fertilizantes químicos adicionales, sino que también disminuye el consumo de agua fresca. Además, reutilizar esta agua puede contribuir a la reducción de costos de riego y fertilización en las operaciones agrícolas.

4.6.4.3 Análisis de recuperación de sacos

La limpieza y reutilización de los sacos contribuyen a la reducción de residuos sólidos plásticos, un problema ambiental crítico que se presenta en la mayoría de las industrias. Al recuperar estos sacos para su reutilización, se disminuye la demanda de nuevos plásticos y se promueve la sostenibilidad ambiental. Además, la posibilidad de comercializar estos sacos limpios ofrece una fuente adicional de ingresos, mejorando la viabilidad económica del proceso de gestión de residuos.

4.6.5 Análisis del plan financiero

Se realizó un análisis financiero para la operación de lavado y limpieza de las bolsas plásticas que se generan en un terminal portuario que almacena productos de fertilizante como un proyecto de inversión dejando un beneficio como se observa en el cuadro de presupuesto de utilidades. En un terminal portuario se genera 18.928 Kg de plástico contaminado por producto de fertilizante en el año, de lo cual, se estima un total de 135.525 unidades de sacos. Al formalizar un proyecto para tratamiento de limpieza de sacos contaminados, se obtendrían 135.525 sacos limpios y reutilizables listos para vender a un costo unitario de \$0.15 ctvs generando un ingreso anual de \$20.328. Antes del proceso del lavado se realiza un soplado para extraer el fertilizante en polvo, lográndose obtener una cantidad de 10 gramos por cada saco, de lo cual, en el mercado, el costo del fertilizante sólido es de 0,02 centavos por gramo, al recuperarse un total de 1.355,250 gramos de fertilizante, comercializado se genera un ingreso al primer año de \$27.105,00 dólares. Por último, como resultado de la limpieza, se generaría agua con fertilizante ya que por cada saco se recupera 5 litros de agua con el agroquímico concentrado, al tener un volumen mensual de 699.028 litros, si se vende a un costo unitario de \$10,00 por litro, se haría un ingreso anual de aproximadamente \$6 millones. Por lo tanto, al momento de comercializar el fertilizante en estado sólido y líquido junto

a los sacos limpios, se alcanzaría una utilidad proyectada al primer año de \$4.429.300,60, pudiéndose generar empleo y tener un ejemplo de manejo alternativo para desechos peligrosos como es el plástico contaminado por agroquímico para su reutilización después de la limpieza.

5. CONCLUSIONES

- La cantidad de nutrientes identificados y cuantificados en la investigación de aprovechamiento de residuos peligroso permiten concluir que es viable su reutilización para la producción agrícola.
- La experimentación realizada en el tratamiento de depuración de los sacos y big bags permitió elaborar un protocolo que incluyó estrategias de limpieza, procesos físicos y químicos para la reutilización del fertilizante.
- El análisis financiero realizado a la propuesta de reutilización permitió verificar la viabilidad del aprovechamiento de los residuos en fertilizante.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda presentar estos resultados de la experimentación a las industrias relacionadas en el manejo de productos agroquímicos para minimizar el impacto ambiental mediante la reutilización de estos residuos.
- Es conveniente informar a la unidad de análisis que facilitó sus instalaciones para la investigación, la aplicación del protocolo de limpieza para el manejo adecuado de los desechos peligrosos.
- Se sugiere la asignación de un presupuesto para la implementación del programa propuesto debido a la viabilidad financiera evidenciada en el proyecto por la poca presencia de gestores ambientales adecuados para este tipo de desecho.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- ACUERDO MINISTERIAL 142.* (s.f.). Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Listado-desechos-sustancias-peligrosas-142.pdf
- Aguiar, S. .. (2021). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales como alternativa en el mejoramiento de la calidad del ambiente*. Revista Alfa, 5(15), 649–660.
- AMBIENTE, C. O. (2017). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Ambiente, M. d. (2015). *Acuerdo N° 097-A Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria*. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Arévalo, G. (2013). *Fertilizantes y Enmiendas*. Escuela Agrícola Panamericana: Zamorano.
- Bueno Polo Jorge Luis, V. L. (2020). *APLICACIÓN DE LA MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE ENSACADO DE FERTILIZANTES EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA - TRUJILLO 2018*. Universidad Privada del Norte: Carrera de Ingeniería Industrial.
- Carmen García, R. G. (2022). *Prácticas sobre la Gestión de residuos orgánicos e inorgánicos procedentes de la agricultura: el proyecto Recicland*. Circular and Sustainable Bioeconomy.
- Carrera Rivera Gabriel Gonzalo, S. R. (2022). *Análisis de requerimientos técnicos para la recuperación de envases plásticos para herbicidas usados en la industria agroquímica y su impacto ambiental*. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.
- Centeno, R. (2021). Uso de Fertilizantes y daños ambientales. *TSI LifeScience*.
- Compendium, M. 6. (s.f.).
- Cornejo Alayo, J. B. (2020). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales (R.A) enfocados en el mejoramiento de la calidad del medio ambiente: una revisión de la literatura científica*. Obtenido de Universidad Privada del Norte.
- Demográfico, M. p. (2019). *Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas*.
- Departamento del Trabajo de los EE. UU. (2023). *Derechos de los trabajadores*. OSHA 3473-02R 2023.
- Diaz, L. L. (27/01/2023). *Reducir, reutilizar, reciclar: el camino hacia la agricultura sostenible*. Obtenido de American Chemical Society.

Galarza, C. R. (2021). *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL*. Facultad de Psicología de la Pontificia Universidad Católica: CienciAmérica (2021) Vol. 10 (1).

Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas. (2024). Obtenido de Estado y calidad de las aguas: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua.html#:~:text=Los%20fertilizantes%20contienen%20elementos%20qu%C3%A1micos,las%20aguas%2C%20superficiales%20o%20subterr%C3%A1neas>

INEN. (2013). *Plaguicidas y productos afines de uso agrícola. Manejo y disposición final de envases vacíos tratados con triple lavado*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-INEN-2078-1R-Disposicio%CC%81n-de-envases-triple-lavado.pdf>

Jaime F., C. J. (2019). *IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO POR EL INADECUADO USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN CULTIVOS DE MAÍZ*. Universidad Estatal del Sur de Manabí. : UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria.

N., M. (2020). El uso equilibrado de fertilizante gracias a las técnicas nucleares contribuye a aumentar la productividad y a proteger el medio ambiente. *Organismo Internacional de Energía Atómica*.

PROBAGS. (2021). *GUIA DE USO DE BIG BAGS*. Obtenido de PROBAGS Protección Integral de Productos: <https://probagsa.com/guia-de-uso/#:~:text=Cada%20big%20bag%20puede%20ser,con%20materiales%20peligrosos%20o%20contaminantes>.

Roberto Claudio Gil Aguilae, D. G. (2021). *Biocombustibles mediant residuos agroindustriales: por un mejor cuidado del medio ambiente del planeta*. Ciudad de México, México: Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.

Rosado, L. &. (2019). *Combining Industrial Symbiosis With Sustainable Supply Chain Management for the Development of Urban Communities*. IEEE Engineering Management Review, 47(2), 103-114.

Roth, C. (2015). *Ficha de Datos de Seguridad: Nitrato de potasio*. Obtenido de <https://www.carlroth.com/medias/SDB-5659-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNjY3MTF8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGhjYi9oNDkvOTE0NjAyMjYyNTMxMC9TR8EjNTY1OV9FU19FUy5wZGZ8YmExY2E3NWEzYzYzNGRjYjZiNWNmYzhjNzRhN2JhYzg5NTMyZmZhMGRkMDc5ZDA4NGI1MjFj>

Santiago Aguiar Novillo, M. E. (2022). *Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento*. Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra. Puyo, Pastaza, Ecuador: Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social. .

- Society, A. C. (2023). Obtenido de Reducir, reutilizar, reciclar: el camino hacia la agricultura sostenible: <https://www.cas.org/es-es/resources/cas-insights/sustainability/sustainable-agriculture>
- Society, A. C. (2023). *Innovación en la producción sostenible de fertilizantes*. Obtenido de <https://www.cas.org/es-es>
- Society, A. C. (27 de Enero de 2023). *Reducir, reutilizar, reciclar: el camino hacia la agricultura sostenible*. Obtenido de <https://www.cas.org/es-es/resources/cas-insights/sustainability/sustainable-agriculture>
- SW-846, E. (s.f.). *Method 3010A4*.
- Valle, S. (2022). El uso equilibrado de fertilizantes aumenta el rendimiento de los cultivos. *Sembramos Futuro*.
- YARA. (2024). *Almacenaje de fertilizantes minerales*. Obtenido de Almacenaje y manejo: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/almacenaje-y-manejo/almacenaje-de-fertilizantes/#:~:text=Los%20fertilizantes%20deben%20de%20guardarse,todo%20los%20rayos%20del%20sol>.
- Yury Alexandra VARGAS CORREDOR, L. I. (2018). *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE*. Revista Facultad de Ciencias Básicas.

8. ANEXOS

ANEXO A. *Recolección de sacos y big bags contaminados del terminal portuario*



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

ANEXO B. Muestra de fertilizante presente en big bags contaminados



Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

ANEXO C. Muestras originales antes del secado por estufa

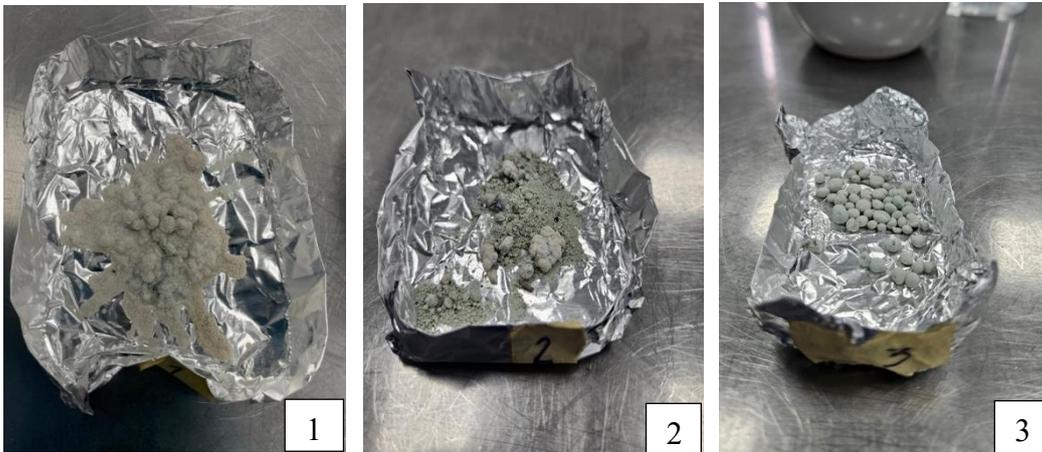


Elaborado por: Doménica Asanza y Nathaly Vallejo

ANEXO D. Programación de temperatura en estufa



ANEXO E. *Muestras después del proceso de secado en estufa*



ANEXO F. *Trituración y pesaje de muestras*



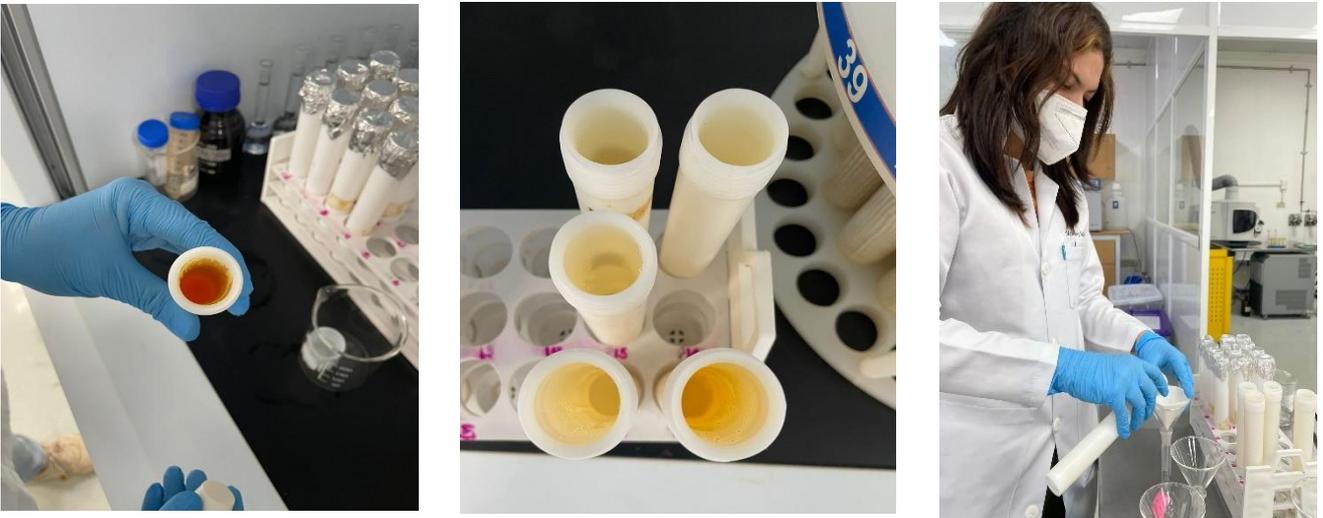
ANEXO G. *Fertilizante en polvo después de trituración*



ANEXO H. *Adición del fertilizante en polvo y ácido nítrico grado trazas de metales*



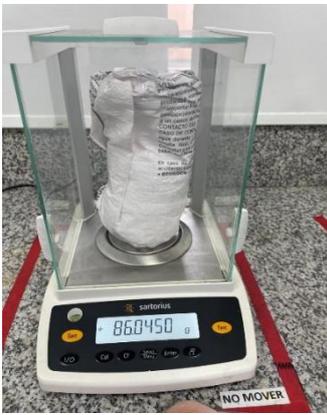
ANEXO I. *Resultado de la digestión ácida por Microondas CEM MARS 6*



ANEXO J. *Resultado de muestras filtradas después digestión ácida por microondas CEM MARS 6*



ANEXO K. Pesaje de bolsa plástica. y fertilizante sólido



ANEXO L. Triple lavado de sacos y big bags contaminados



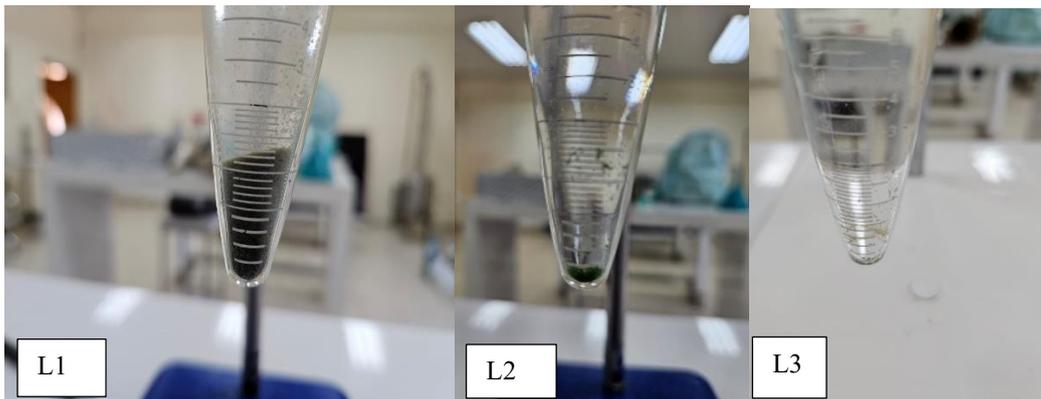
ANEXO M. *Almacenamiento del triple lavado*



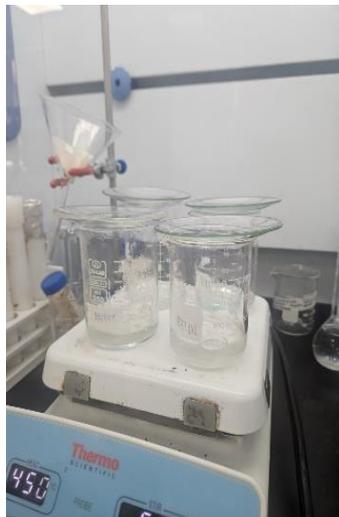
ANEXO N. *Determinación de color real*



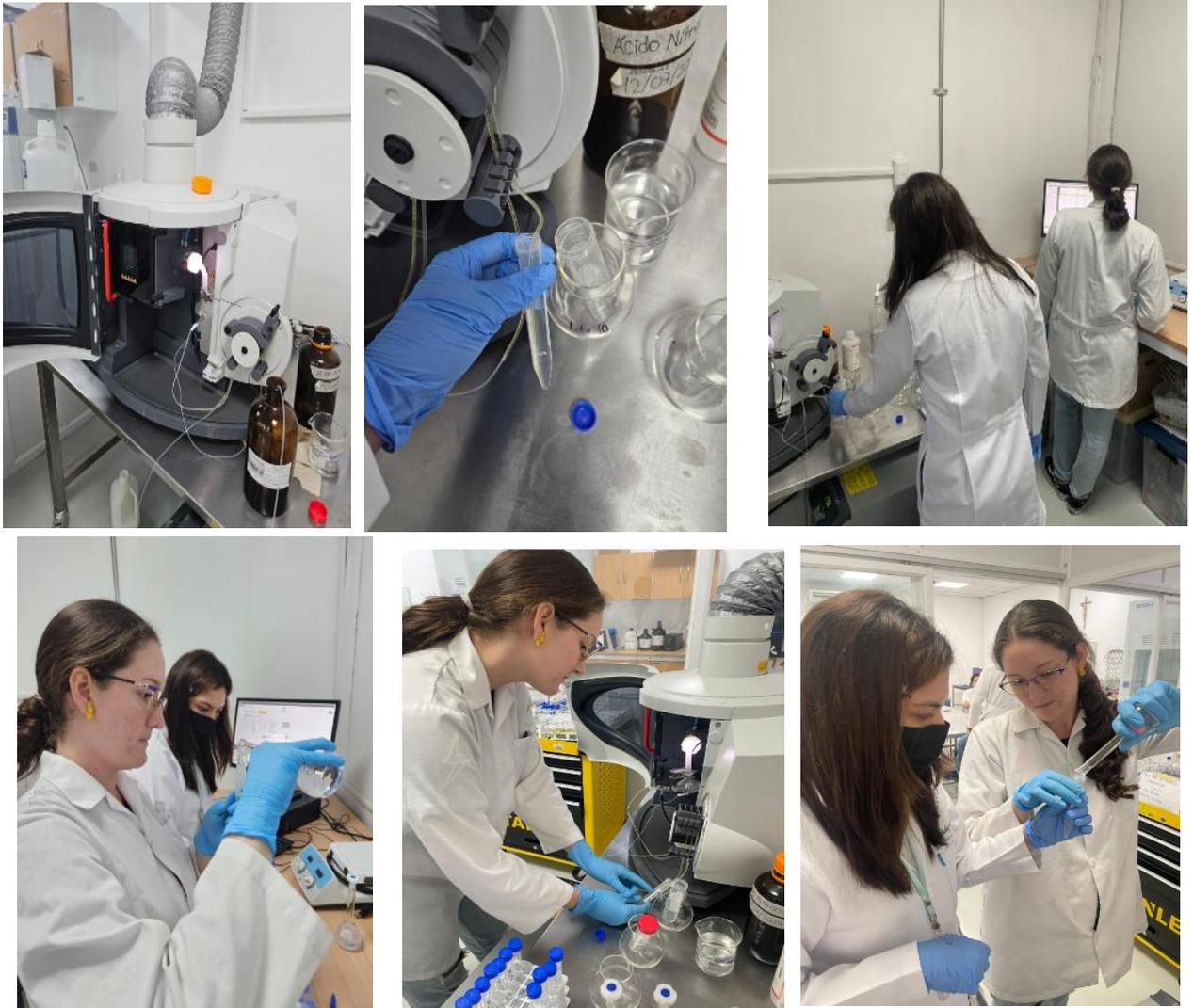
ANEXO O. *Muestras originales del big bag 1 antes y después de la determinación de sólidos sedimentables*



ANEXO P. Digestión ácida abierta para muestras líquidas.



ANEXO Q. Lectura de cuantificación de nutrientes en el equipo ICP-OES



ANEXO R. Resultados de nutrientes por lectura ICP-OES

1

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:21:26 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	13.573 ppm	181.575 ppm	34.004 ppm	N/A	1.697 ppm
Concentration per Run	13.573 ppm	181.575 ppm	34.004 ppm	N/A	1.697 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	15,064 cps	54,836 cps	770,835 cps	N/A	1,422 cps

2

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:23:39 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	9.331 ppm	87.272 ppm	19.617 ppm	N/A	0.369 ppm
Concentration per Run	9.331 ppm	87.272 ppm	19.617 ppm	N/A	0.369 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	11,834 cps	26,410 cps	444,748 cps	N/A	326 cps

3

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:25:50 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	42.400 ppm	672.940 ppm	105.445 ppm	N/A	6.769 ppm
Concentration per Run	42.400 ppm	672.940 ppm	105.445 ppm	N/A	6.769 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	37,007 cps	202,949 cps	2,390,080 cps	N/A	5,609 cps

5

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:30:04 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	7.683 ppm	123.043 ppm	27.636 ppm	N/A	1.071 ppm
Concentration per Run	7.683 ppm	123.043 ppm	27.636 ppm	N/A	1.071 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	10,580 cps	37,192 cps	626,510 cps	N/A	906 cps

7

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:34:05 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	6.682 ppm	175.821 ppm	32.195 ppm	N/A	1.007 ppm
Concentration per Run	6.682 ppm	175.821 ppm	32.195 ppm	N/A	1.007 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	9,818 cps	53,101 cps	729,842 cps	N/A	853 cps

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:38:19 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)
Concentration average	68.231 ppm	1,956.747 ppm	N/A	N/A
Concentration per Run	68.231 ppm	1,956.747 ppm	N/A	N/A
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A

	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	4.358 ppm
Concentration per Run	4.358 ppm
Concentration RSD	N/A
Concentration SD	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	56,670 cps	589,930 cps	N/A	N/A	3,619 cps

4

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:28:01 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	15.500 ppm	245.115 ppm	49.079 ppm	N/A	2.067 ppm
Concentration per Run	15.500 ppm	245.115 ppm	49.079 ppm	N/A	2.067 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	16,530 cps	73,988 cps	1,112,521 cps	N/A	1,727 cps

6

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:32:06 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	5.117 ppm	35.376 ppm	10.702 ppm	57.151 ppm	0.291 ppm
Concentration per Run	5.117 ppm	35.376 ppm	10.702 ppm	57.151 ppm	0.291 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	8,627 cps	10,767 cps	242,683 cps	3,835,329 cps	261 cps

8

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:36:06 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	5.768 ppm	54.556 ppm	16.606 ppm	47.579 ppm	0.293 ppm
Concentration per Run	5.768 ppm	54.556 ppm	16.606 ppm	47.579 ppm	0.293 ppm
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 (458) (Radial)
Intensity average	9,123 cps	16,548 cps	376,500 cps	3,193,798 cps	263 cps

10

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:40:34 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 (121) (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)
Concentration average	59.970 ppm	1,843.874 ppm	N/A	N/A
Concentration per Run	59.970 ppm	1,843.874 ppm	N/A	N/A
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A

	Zn 213.856 (458) (Radial)
Concentration average	4.351 ppm
Concentration per Run	4.351 ppm
Concentration RSD	N/A
Concentration SD	N/A

11

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:42:53 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 {121} (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)
Concentration average	57.953 ppm	1,874.957 ppm	N/A	N/A
Concentration per Run	57.953 ppm	1,874.957 ppm	N/A	N/A
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A

	Zn 213.856 {458} (Radial)
Concentration average	4.079 ppm
Concentration per Run	4.079 ppm
Concentration RSD	N/A
Concentration SD	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 {121} (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 {458} (Radial)
Intensity average	48,846 cps	565,276 cps	N/A	N/A	3,389 cps

15

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 6:00:33 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 {121} (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)
Concentration average	17.393 ppm	1,654.834 ppm	N/A	N/A
Concentration per Run	17.393 ppm	1,654.834 ppm	N/A	N/A
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A

	Zn 213.856 {458} (Radial)
Concentration average	5.723 ppm
Concentration per Run	5.723 ppm
Concentration RSD	N/A
Concentration SD	N/A

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 {121} (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)	Zn 213.856 {458} (Radial)
Intensity average	17,971 cps	498,923 cps	N/A	N/A	4,745 cps

14

Sample Type UNKNOWN Analysis Date 5/18/2024 5:58:23 PM

Dilution Factor 1

	Na 588.995 (57) (Radial)	K 766.490 (44) (Radial)	Mg 279.553 {121} (Radial)	Ca 393.366 (86) (Radial)
Concentration average	18.724 ppm	1,734.714 ppm	N/A	N/A
Concentration per Run	18.724 ppm	1,734.714 ppm	N/A	N/A
Concentration RSD	N/A	N/A	N/A	N/A
Concentration SD	N/A	N/A	N/A	N/A

	Zn 213.856 {458} (Radial)
Concentration average	2.911 ppm
Concentration per Run	2.911 ppm
Concentration RSD	N/A
Concentration SD	N/A