Caracterización, aprovechamiento de residuos sólidos generados por grandes productores, propuesta de tarifa a cobrar en Pamplona Norte de Santander.

Autora

Glayda Yisel Hernandez Jaimes

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de ingenierías Civil, Química y Ambiental

Programa Ingeniería Ambiental

Pamplona

2024

Caracterización, aprovechamiento de residuos sólidos generados por grandes productores, propuesta de tarifa a cobrar en Pamplona norte de Santander.

Glayda Yisel Hernandez Jaimes

1094285777

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero ambiental

Directores

Jesús Ramon Delgado Rodríguez MSc. Geotecnia

María Esther Rivera PhD. en Hidrología

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de ingenierías Civil, Química y Ambiental

Programa Ingeniería Ambiental

Pamplona

2024

Dedicatoria

A mi padre Luis Miguel Hernandez Mejía y mi madre Gladys Elena Jaimes Caballero dedico este trabajo de grado con profunda emoción y agradecimiento. Ustedes son los pilares fundamentales de mi vida, los que me han inculcado valores, me han brindado apoyo incondicional y me han enseñado a perseguir mis sueños. Su amor y sacrificio me han permitido llegar hasta donde estoy hoy. Recuerdo con cariño las noches de estudio en las que me acompañaban, sus palabras de aliento en los momentos difíciles y la alegría compartida en cada logro. Este logro es tan mío como de ustedes. Es un reflejo de la educación que me han dado, de los valores que me han inculcado y del ejemplo que me han dado a lo largo de mi vida. Gracias por ser mis padres, mis guías, mis amigos y mis confidentes. Los amo más que a nada en el mundo.

A mis hermanos Carlos Hernandez , Sulay Hernandez y Edward Hernandez por su complicidad, alegría y por ser mi fuente de inspiración constante. Gracias por estar siempre presentes, brindándome ánimos y risas en los momentos difíciles.

A mis queridos sobrinos con mucho amor y alegría, les dedico este trabajo de grado. Aunque son pequeños, quiero que sepan que ustedes son mi fuente de inspiración y motivación

A mi querida tía Marina Jaimes con el corazón rebosante de agradecimiento y admiración hacia ti, tu presencia constante en mi vida ha sido un faro que me ha guiado en los momentos más difíciles y una fuente de inspiración que me ha impulsado a alcanzar mis metas.

Agradecimientos

A lo largo de este camino, muchas personas me brindaron su apoyo, aliento y conocimiento, lo que hiso posible alcanzar la meta final. Es por ello que este espacio está dedicado a expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han contribuido de alguna manera a este logro. Sus palabras de aliento, su apoyo incondicional y su invaluable colaboración han sido fundamentales para culminar con éxito esta etapa en mi vida.

A Dios por su infinita bondad, por brindarme salud, por guiar mi camino y por darme la fuerza y la sabiduría para alcanzar mis metas y sueños.

A toda mi familia por su amor y apoyo incondicional.

A mis queridos directores de trabajo de grado, ***María Esther Rivera*** *y* ***Jesús Ramón Delgado Rodríguez****, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su invaluable apoyo y guía durante la elaboración de mi trabajo de grado. Su dedicación, paciencia y conocimiento fueron fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto. Agradezco Su constante disponibilidad y disposición para responder mis preguntas, dudas e inquietudes. Sus comentarios críticos me ayudaron a mejorar significativamente la calidad de mi trabajo de grado. Les estaré eternamente agradecida por todo lo que han hecho por mí.*

A mis profesores por su invaluable conocimiento, paciencia y guía. Gracias por compartir su sabiduría y por ser faros que iluminaron mi camino académico.

A Hervin Rodríguez, Andrea Rivera y demás amigos por su apoyo incondicional, por las risas compartidas y por ser mi red de contención. Gracias por creer en mí y por celebrar mis logros junto a mí.

A mí misma por la perseverancia, la disciplina y la confianza en mis capacidades. Gracias por no rendirte nunca, por creer en tus sueños y por luchar por alcanzarlos.

Infinitas gracias.

Pdta.

Glayda Yisel Hernandez Jaimes

Resumen del proyecto

El presente trabajo se centra en la caracterización, aprovechamiento y propuesta de tarifa que pueda aplicarse para cobrar por generación y disposición de los residuos sólidos generados por el Centro de Acopio, Terminal de Transporte, Policía, ISER y INPEC, los cuales se consideran grandes productores de residuos sólidos en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander.

Se realizaron aforos en cada uno de los grandes productores de residuos sólidos que permitieron su cuantificación. Mediante el muestreo aleatorio simple se determinó el tamaño de las muestras de los residuos necesarias para su caracterización. Para ello se realizaron cuarteos de las muestras y se separaron de acuerdo al tipo de residuos generado.

Para la determinación de la tarifa de cobro por aforo se tuvieron en cuenta: las resoluciones CRA 442 de 2008 y CRA 943 del 2021, el costo por transporte y recolección, junto con el costo por disposición.

Adicionalmente, se llevó a cabo una prueba piloto de producción de abono orgánico de compost y vermicompost a partir de residuos sólidos orgánicos aprovechables identificados en la caracterización. Determinando el costo de elaboración de estos abonos y estableciendo si la producción de abono es viable para la reducción de la tarifa.

Como resultados se determinó que en el centro de acopio el 73,63 % de los residuos son residuos sólidos orgánicos aprovechable (RSOA), en el terminal de transporte el 43,49 % son residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSONA), en la estación de policía el 62,59 % son residuos sólidos reciclables (RSR) , en el INPEC él 47,95% son residuos sólidos orgánicos no

aprovechables (RSONA) y en el ISER el 45,85% de los residuos son residuos sólidos reciclables (RSR).

La tarifa propuesta para el cobro de residuos sólidos generados por los 5 grandes productores de Pamplona, es la siguiente: Centro de acopio: $ 3.221.404,27, Terminal de transporte: $ 301.863,89, Estación de policía: $ 155.544,90, INPEC: $ 616.717,75, ISER: $ 433.841,68.

Los análisis fisicoquímicos del compost y el vermicompost presentan un pH final de 7.2 y 7.0, 178 ppm y 249 ppm de fosforo, 61.69 meq/100g y 60.69 meq/100g de calcio y un indicador de la capacidad del suelo para retener nutrientes (CID) de 28,6 meq/100g y 25,9 meq/100g respectivamente , indicando que son adecuados para ser aplicados como abonos orgánicos en las plantas.

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del fertilizante liquido producido por el lixiviado del vermicompost presento un pH final de 7,18 , el fósforo total es de 39,8 mg/L, los nitratos son de 227 mg/L, el sodio es de 208,2 mg/L y el potasio es de 138,6 mg/L lo que representan niveles aceptables.

Palabras clave: grandes productores, residuos sólidos, caracterización, aforo, tarifa de cobro

Abstract

The present work focuses on the characterization, utilization, and proposed tariff that can be applied to charge for the generation and disposal of solid waste generated by the Collection Center, Transportation Terminal, Police, ISER, and INPEC, which are considered large solid waste producers in the city of Pamplona, Norte de Santander.

Sampling was carried out at each of the large solid waste producers, which allowed for their quantification. By simple random sampling, the sample size of the waste necessary for their characterization was determined. To this end, the samples were quartered and separated according to the type of waste generated.

To determine the fee for charging per sampling, the following were taken into account: resolutions CRA 442 of 2008 and CRA 943 of 2021, the cost of transportation and collection, together with the cost of disposal.

In addition, a pilot test was carried out to produce organic compost and vermicompost from the identified organic solid waste that can be utilized in the characterization.

As a result, it was determined that at the collection center, 73.63% of the waste is recoverable solid waste (RSOA), at the transportation terminal, 43.49% is non-recoverable organic solid waste (RSONA), at the police station, 62.59% is recyclable solid waste (RSR), at the INPEC, 47.95% is non-recoverable organic solid waste (RSONA), and at the ISER, 45.85% of the waste is recyclable solid waste (RSR).

The proposed tariff for charging for solid waste generated by the 5 large producers of Pamplona is as follows: Collection Center: $ 3,221,404.27, Transportation Terminal: $ 301,863.89, Police Station: $ 155,544.90, INPEC: $ 616,717.75, ISER: $ 433,841.68.

The physicochemical analyses of compost and vermicompost show a final pH of 7.2 and 7.0, 178 ppm and 249 ppm of phosphorus, 61.69 meq/100g and 60.69 meq/100g of calcium, and a soil nutrient retention capacity indicator (CID) of 28.6 meq/100g and 25.9 meq/100g, respectively, indicating that they are suitable for application as organic fertilizers in plants.

The physicochemical and microbiological analyses of the liquid fertilizer produced by the leachate of the vermicompost showed a final pH of 7.18, total phosphorus of 39.8 mg/L, nitrates of 227 mg/L, sodium of 208.2 mg/L, and potassium of 138.6 mg/L, which represent acceptable levels.

Keywords: large producers, solid waste, characterization, sampling, fee

Tabla de contenido

Dedicatoria 3

Agradecimientos 4

Resumen del proyecto 5

Abstract 7

Capítulo I 18

1. Introducción 18

2. Planteamiento del problema 20

3. Justificación 21

4. Objetivos 22

4.1. Objetivo general 22

4.2. Objetivos específicos 22

Capitulo II 23

6. Marco Referencial 23

6.1. Marco contextual 23

6.2. Antecedentes 27

6.3. Marco Teórico 31

6.3.1 Caracterización de residuos sólidos 31

6.3.2 Aprovechamiento de residuos sólidos 32

6.3.3 Compostaje 33

6.3.4 Lombricomposta 33
6.3.5 Fertilizantes líquidos orgánicos 34
6.3.6 Propuesta de tarifa por residuos sólidos 35
6.3.7 Aforo de residuos solidos 35
6.3.8 Grandes productores de residuos solidos 35
6.3.9 Pequeños productores de residuos solidos 36
6.4 Marco legal 36
Capitulo III 41
7. Metodología 41
7.1 Fase 1. Comparación de información de resoluciones. 42
7.2 Fase 2. Caracterización de los residuos sólidos producidos por los cinco (5) grandes productores 42
7.2.1 Recopilación de información relacionada con los grandes productores de residuos solidos 42
7.2.2 Recopilación de datos de acuerdo a aforos 43
7.2.3 Caracterización física de los residuos sólidos 45
7.3 Fase 3. Lineamientos de tarifa. 49
7.4 Fase 4. Elaboración de pruebas pilotos de abonos orgánicos. 50
7.4.1 Caracterización de los residuos sólidos orgánicos. 50
7.4.2 Diseño y planificación de los procesos de elaboración de los abonos orgánicos. .. 51
7.4.3 Etapa 8 - Elaboración de la prueba piloto. 52
Capitulo IV 61

8. Resultados y discusión 61

8.1 Comparación de información de la resolución CRA 442 de 2008 y CRA 943 de 2021. 61

8.2 Recopilación de información relacionada con los grandes productores. 64

8.3 Recopilación de datos de acuerdo a los aforos. 68

8.4 Caracterización fisica de los residuos solidos 73

8.5 Lineamientos de tarifa a cobrar por generación de residuos sólidos en grandes productores. 85

8.6 Caracterización de los residuos sólidos orgánicos. 88

8.7 Pruebas piloto de abonos orgánicos. 91

8.7.1 Producción de vermicompost 98

8.7.2 Producción de fertilizante liquido orgánico. 103

8.7.3 Producción de compost 105

8.7.4 Comparación costo- beneficio según el abono orgánico compost y vermicompost con el valor de la tarifa de cobro. 112

8.8 Impactos generados 114

Capitulo V 115

9. Otras actividades. 115

10. Conclusiones 118

11. Recomendaciones 119

Referencias 120

Anexos 127

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación plan piloto de abonos orgánicos -Finca la Perla 26

Ilustración 2 Localización de los cinco grandes productores. 25

Índice de diagramas

Diagrama 1 Diagrama metedologico del proyecto. 41

Diagrama 2 Caracterización de residuos sólidos del centro de acopio. 76

Diagrama 3 Porcentaje de cada tipo de residuo generados en el centro de acopio. 77

Diagrama 4 Caracterización de residuos sólidos terminal de transporte. 78

Diagrama 5 Porcentaje de residuos sólidos en el terminal de transporte. 79

Diagrama 6 Caracterización de residuos sólidos en la estalación de policía. 80

Diagrama 7 Porcentaje Residuos sólidos estación de policía. 81

Diagrama 8 Caracterización de residuos sólidos en el INPEC. 82

Diagrama 9 Porcentaje Residuos Sólidos INPEC. 83

Diagrama 10 Caracterización de residuos sólidos en el ISER. 84

Diagrama 11 Porcentaje Residuos Sólidos ISER. 85

Diagrama 12 Total de residuos sólidos orgánicos. 90

Diagrama 13 Cantidad y porcentaje de residuos sólidos orgánicos utilizados en los abonos. 91

Diagrama 14 Curva Granulométrica muestra de tierra. 93

Diagrama 15 Parámetros fisicoquímicos de tierra utilizada. 94

Diagrama 16 Parámetros Fisicoquímicos del vermicompost. 100

Diagrama 17 Parámetros fisicoquímicos del Compost. 108

Diagrama 18 Impactos generados en el proyecto. 114

Índice de Fotografías

Fotografía 1 Aplicación de encuestas. a) Centro de acopio, b). Terminal de Transporte de Pamplona, c). Estación de policía , d). INPEC, e). ISER 43

Fotografía 2 Aforo realizados. a) INPEC, b). Terminal de Transporte de Pamplona, c). Estación de policía , d). Centro de acopio, e). ISER..... 45

Fotografía 3 a.) Caracterización de residuos sólidos. 47

Fotografía 4 Caracterización de residuos sólidos orgánicos. 50

Fotografía 5 Vermicompost ador rotatorio 51

Fotografía 6 Tanque compostador. 52

Fotografía 7 Aplicación y recolección de componentes para abono. a). Recolección de excremento de vaca, b). Aplicación de elementos para el compost, c). Aplicación de elementos para el vermicompost. 55

Fotografía 8 Laboratorio granulométrico 56

Fotografía 9 Recolección de muestra para análisis de lixiviado. a). Primera muestra, b). Segunda muestra. 58

Fotografía 10 Análisis de laboratorio de lixiviado 58

Fotografía 11 Encuestas realizadas..... 66

Fotografía 12 Acompañamiento de charlas en el relleno sanitario regional la cortada. 115

Fotografía 13 Capacitación vermicompostaje y compostaje. 116

Fotografía 14 Capacitaciones y charlas ambientales. 116

Fotografía 15 Inspección en redes de alcantarillado sanitario. 117

Índice de tablas

Tabla 1 Normograma referente a caracterización, aprovechamiento y tarifa de residuos sólidos en Colombia. 37

Tabla 2 Código CIIU grandes productores. 48

Tabla 3 Componentes Vermicompost 53

Tabla 4 Componentes del Compost 53

Tabla 5 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del lixiviado de lombriz. 56

Tabla 6 Parámetros fisicoquímicos de Vermicompost, Compost y Tierra 59

Tabla 7 Comparación de resolución CRA 442 de 2008 y CRA 943 de 2021 61

Tabla 8 Horario de recolección y transporte de residuos sólidos en los cinco grandes productores. 64

Tabla 9 Tarifa de cobro por recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. 67

Tabla 10 Resumen de aforos de residuos sólidos en el centro de acopio 68

Tabla 11 Resumen de aforos de residuos sólidos en el terminal de transporte 70

Tabla 12 Resumen de aforos de residuos sólidos en la estación de policía 71

Tabla 13 Resumen de aforos de residuos sólidos en el INPEC 72

Tabla 14 Resumen de aforos de residuos sólidos en el ISER 73

Tabla 15 Tamaño de la muestra de cada gran productor. 74

Tabla 16 Caracterización de residuos sólidos en el centro de acopio 75

Tabla 17 Caracterización de residuos sólidos en el terminal de transporte de Pamplona. 77

Tabla 18 Caracterización de residuos sólidos en la estación de policía. 79

Tabla 19 Caracterización de residuos sólidos en el INPEC 81

Tabla 20 Caracterización de residuos sólidos en el ISER..... 83

Tabla 21 Promedio mensual con factor de corrección centro de acopio. 86

Tabla 22 Tarifa a cobrar de acuerdo con los residuos sólidos generados en cada gran productor. 87

Tabla 23 Muestra de residuos sólidos orgánicos caracterizada. 88

Tabla 24 Tipo de residuo orgánico separado y caracterizado. 89

Tabla 25 Análisis Granulométrico 92

Tabla 26 Presupuestos de elaboración de abonos orgánicos..... 95

Tabla 27 Parámetros de medición manual del vermicompost. 98

Tabla 28 Comparación de los análisis fisicoquímicos con el índice de Cornell.. 101

Tabla 29 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del fertilizante líquido y índice de calidad de suelo FAO.. 103

Tabla 30 Parámetros de medición manual del compost. Parámetros fisicoquímicos del Compost. 106

Tabla 31 Comparación de los análisis fisicoquímicos con el índice de Cornell.. 109

Tabla 32 Comparación costo beneficio.. 112

Índice de anexos

Anexo 1 Encuesta aplicada 127

Anexo 2 Certificado de Calibración 128

Anexo 3 Formato de pesaje y volumen. 129

Anexo 4 Formato FAS-16 v.01 130

Anexo 5 Proceso y producto final Vermicompost. 131

Anexo 6 Laboratorios fertilizante liquido de lixiviado de vermicompost y fotografías de producto final 132

Anexo 7 Proceso de elaboración de compost y producto final. 139

Capítulo I

1. Introducción

Una fuente significativa de contaminación ambiental son los desechos sólidos producidos por grandes productores, y en Pamplona (Norte de Santander) no hay un sistema completo de manejo de estos desechos, lo que ha provocado preocupaciones en cuanto a la contaminación y la salud pública.

El propósito de esta pasantía es caracterizar los residuos sólidos producidos por cinco (5) grandes productores en Pamplona, con el fin de identificar posibles usos y sugerir una tarifa a cobrar por el servicio de recolección y disposición final.

Los datos de producción, composición y disposición final de los desechos se utilizaron para realizar la caracterización de los mismos. Además, se diseñó y aplico una encuesta a cada uno de los grandes productores, y también se realizaron visitas a las instalaciones de los principales productores. Así mismo, se determinaron los posibles aprovechamientos de los residuos determinados en la caracterización.

Finalmente, se propuso un pago por el servicio de recolección y disposición final de desechos. La tarifa se determinó teniendo en cuenta los costos de aforos, recolección, disposición final y lo mencionado en las resoluciones CRA 442 de 2008 y CRA 943.

Es por esto que a través de esta práctica empresarial se contribuye en el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos producidos por grandes productores en Pamplona, la cual se llevó a cabo en la empresa de servicios públicos de pamplona EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., las pruebas pilotos de abonos y fertilizante orgánicos se llevaron a cabo en la

finca La Perla en el barrio Los tanques en el municipio de Pamplona Norte de Santander. Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en el laboratorio de la Universidad de Pamplona, laboratorio de la Planta de agua potable de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. y en el laboratorio de suelos agrícolas de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS).

2. Planteamiento del problema

En la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, los residuos sólidos generados por grandes productores son un problema que actualmente es creciente. Estos residuos, que incluyen principalmente residuos industriales y comerciales, son fuente de contaminación ambiental, cuya gestión es compleja y costosa. Así mismo, también se producen residuos orgánicos en gran escala (22 ton aproximadamente). Estos residuos se depositan en el relleno sanitario regional La Cortada, generando impactos ambientales negativos.

Por otro lado, tampoco se conocen que se esté realizando adecuados aforos de los residuos generados impidiendo su cuantificación, lo cual dificulta la posibilidad de formular una tasa de cobro por disposición en el relleno sanitario, por lo tanto, fue necesario proponer una tarifa justa y equitativa, a cobrar a los grandes productores por la gestión de sus residuos sólidos.

De lo anterior se formularon las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Se pueden aprovechar adecuadamente los residuos orgánicos generados por los grandes productores en la elaboración de abonos orgánicos?

- ¿se está aplicando adecuadamente la normatividad para formular la tarifa de cobro para grandes productores de residuos sólidos?

3. Justificación

La realización de esta práctica empresarial en el área de caracterización, aprovechamiento y propuesta de tarifas a cobrar por residuos sólidos producidos por grandes productores en Pamplona, Norte de Santander, la cual tiene relevancia en la reducción de la cantidad de materiales que se envían al relleno sanitario. Esto permite la recuperación de materiales y, a su vez, puede llegar a disminuir el impacto que tienen los residuos sólidos en el ambiente. Por otro lado, la aplicación de una tarifa para grandes productores llevaría a las empresas a reducir su producción de desechos mejorando la gestión de residuos sólidos.

La caracterización de los desechos sólidos contribuyo a diseñar estrategias de los posibles aprovechamientos y tratamientos eficientes, dado que se conoció la composición y cantidad de desechos producidos por los cinco (5) grandes productores.

La propuesta de formular una tarifa a los grandes productores por la gestión de sus desechos sólidos permitió fomentar el uso de los desechos y asegurar la estabilidad financiera del servicio de limpieza.

La ejecución de esta propuesta benefició a la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P al reducirse los costos de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. El relleno sanitario, al prolongar su vida útil y reducir su impacto ambiental. Los cinco (5) grandes generadores de residuos sólidos, al reducir sus costos de disposición final . La comunidad, al mejorar la calidad del aire y del agua, y al reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores. El medio ambiente, al reducir la cantidad de residuos sólidos que se disponen en el relleno sanitario. Las empresas de reciclaje, al aumentar la cantidad de residuos reciclables disponibles y a la comunidad académica universitaria.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

- Caracterizar y aprovechar residuos sólidos generados por grandes productores, y propuesta de tarifa a cobrar en Pamplona, Norte de Santander.

4.2. Objetivos específicos

- Comparar las resoluciones CRA 442 de 2008 y CRA 943 del 2021 para los grandes productores de residuos sólidos en Pamplona.

- Realizar caracterización diagnóstica de residuos sólidos actuales en cinco grandes productores de la ciudad de Pamplona.

- Evaluar la aplicabilidad de la resolución CRA 442 del 2008 y la resolución CRA 943 de 2021 en la formulación de tarifa a cobrar por residuos sólidos en grandes productores para el municipio de Pamplona.

- Proponer un tratamiento piloto para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por grandes productores.

Capitulo II

6. Marco Referencial

El manejo adecuado de los residuos sólidos es un tema de gran importancia en la actualidad debido a su impacto en el ambiente y la salud pública. Por esta razón, se han creado normas y políticas que buscan regular y controlar su producción y disposición final. (secretaria de Ambiente de Bogotá, 2021)

6.1. Marco contextual

Pamplona se encuentra ubicada en el departamento de Norte de Santander, Colombia. También es conocida como la Ciudad Mitrada, es un lugar histórico y cultural que atrae a los visitantes con su arquitectura colonial, sus costumbres tradicionales y su hermoso entorno natural. En Pamplona los grandes productores producen una gran cantidad de residuos sólidos. Como lo puede ser el Hospital San Juan de Dios, la Universidad de Pamplona, empresas comerciales, instituciones educativas, etc. Los residuos sólidos producidos por los principales productores en Pamplona tienen diferentes características, estos pueden incluir materiales inorgánicos como papel, cartón, plástico, vidrio, y materia orgánica.

Para el presente proyecto se tendrán como las zonas de estudio las siguientes :

El centro de acopio de Pamplona, ubicado en el departamento de Norte de Santander, es un conjunto de instalaciones necesarias para la gestión eficiente y organizada de los productos agrícolas, ganaderos y comerciantes de la zona. La recolección, el almacenamiento y la distribución de productos provenientes del campo son facilitados por este centro, que juega un

papel importante en la cadena de suministro de alimentos. La actividad en el centro de acopio es constante, especialmente en épocas de mayor producción agrícola.

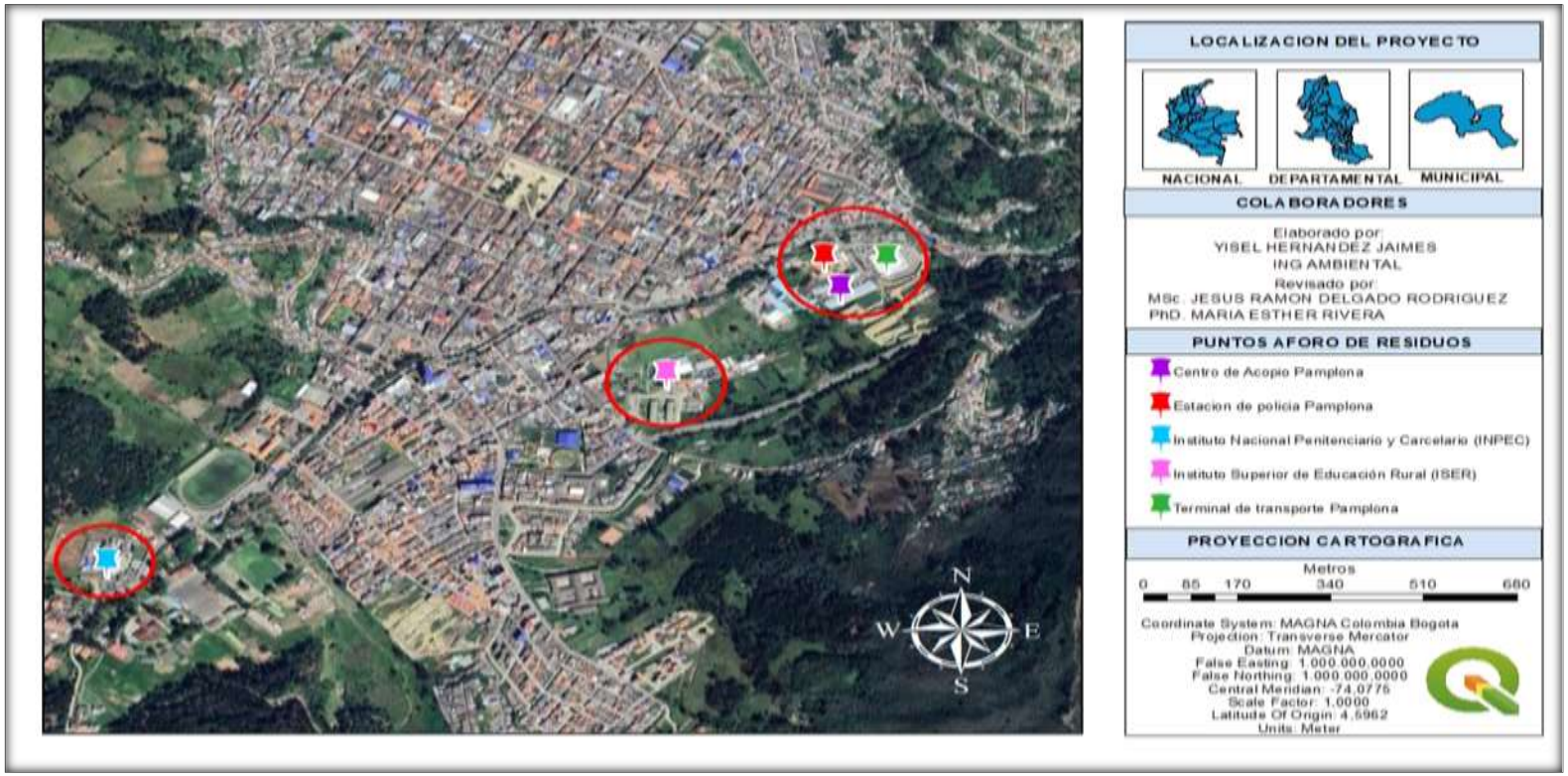
El terminal de Pamplona, es una estación de transporte importante que conecta la ciudad con varios destinos tanto dentro como fuera de la región. Este terminal facilita el flujo de personas y bienes en la zona porque es un punto clave para el movimiento de pasajeros y mercancías.

Las instalaciones de la policía, las oficinas administrativas y el centro penitencial y carcelario del INPEC y las instalaciones educativas del ISER, son grandes productores de residuos sólidos en la comunidad, ya que su infraestructura y actividades diarias, generan una amplia gama de residuos sólidos, como papel, cartón, plástico, vidrio, materia orgánica, entre otros.

Las pruebas pilotos de abonos mediante compost y vermicompost se llevaron a cabo en la finca la Perla la cual se encuentra ubicada en el casco rural en la vereda el Rosal en el municipio de Pamplona. La prueba piloto de vermicompost tiene coordenadas 7°21'22.91"N y 72°39'36.85"O y la prueba piloto de compostaje 7°21'21.22"N y 72°39'36.80"O.En la ilustración 1 se encuentra la ubicación de los cinco grandes productores en los cuales se realizarán los aforos de residuos sólidos y en la ilustración 2 se encuentra la ubicación de las pruebas de compost y vermicompost realizados en la finca la Perla.

Ilustración 1

Localización de los cinco grandes productores.



*Nota***.** Fuente: Hernandez, (2023), modificado de Google Earth Pro

Ilustración 2

Ubicación plan piloto de abonos orgánicos -Finca la Perla



Nota. Fuente**:** Hernandez (2023)Modificado de Google Earth Pro

6.2. Antecedentes

A nivel internacional se han realizado muchas investigaciones sobre residuos sólidos, su manejo, la gestión, etc. Entre ellas están: Suiza, Holanda, Dinamarca y Japón , Según Chandran (2019), en Japón se viene implementando un sistema de tarifas basado en la cantidad de residuos sólidos generados en industrias y residencias, el cual se ha basado en la cantidad de residuos generados por industrias y hogares, conocido como "Pay-as-you-throw", (en español significa paga por lo que tiras). Este sistema ha podido demostrar la eficiencia en el manejo de la cantidad de residuos sólidos generados, dado por la mejor separación y reciclaje de los mismos.

En suiza Holanda y Dinamarca son países que han establecido políticas que favorecen la gestión de los residuos sólidos, casi todos los materiales de desecho en Holanda se utilizan como materia prima, además de esto para el 2020 el gobierno de Holanda hizo posible el reciclaje del 75% de los residuos sólidos y el objetivo es que para el año 2050 se recicle el 100 % de los residuos (Cardenas M. C., 2020).

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha implementado objetivos nacionales para la disminución de los residuos sólidos, incorporando el aumento de la tasa de reciclaje. Además, se han implementado programas de tarifas diferenciadas para los grandes generadores de residuos, con el objetivo de incentivar la reducción y separación de residuos en la fuente (Regan, 2021).

El compostaje es una práctica común en algunos países. Por ejemplo, todos los hogares en Dinamarca deben compostar, en China se utiliza el compostaje como una estrategia para reducir los desechos y mejorar la calidad del suelo (Klammsteiner et al, 2022). Un informe sobre el vermicompostaje fue publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la

Alimentación y la Agricultura (FAO) en 2019 destaca las ventajas del vermicompostaje para el medio ambiente y la agricultura.

Según Mostaccio & Edelényi (2023) la Unión Europea publicó un informe sobre el estado del compostaje en el cual se encontró que el compostaje es una práctica común en la UE, con al menos 20 millones de hogares compostando. El informe también encontró que el compostaje ha contribuido a la reducción de los residuos enviados a vertederos en la UE.

En 2023, se realizaron varios estudios para evaluar los beneficios del vermicompostaje. Un estudio realizado en China encontró que el vermicompost puede mejorar la calidad del suelo y aumentar la producción agrícola (Zhang, y otros, 2023). Otro estudio realizado en Estados Unidos encontró que el vermicompost puede reducir la contaminación del suelo y es una alternativa ecológica y rentable para la agricultura sostenible (Katiyar et al, 2023).

A nivel nacional en Colombia, la gestión de residuos sólidos es un tema muy importante debido a los problemas ambientales y de salud pública que generalmente se pueden producir, si no se gestionan de manera adecuada. la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín produce 500 kg diarios de residuos sólidos orgánicos los cuales son tratados en un centro de compostaje (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

En la Universidad Cooperativa de Colombia campus Cali se implementó un sistema integral de compostaje siendo una alternativa viable para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el campus Cali de la Universidad Cooperativa de Colombia. Este estudio resalto que el compostaje permite reducir la cantidad de residuos que se envían al relleno sanitario, obtener un abono orgánico de calidad y contribuir a la sostenibilidad ambiental del campus (De la Torre , Vargas , & Angulo , 2019) .

El documento de “Buenas prácticas agrícolas para la producción de compost” del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019), es una herramienta útil para la producción de compost de calidad a partir de residuos orgánicos de origen agropecuario, la implementación de las buenas prácticas agropecuarias(BPA) descritas en el documento permite obtener un compost con buenas características para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha establecido la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual establece como objetivo principal fomentar una gestión integral de los residuos sólidos, que incorpore una adecuada reducción, reutilización, reciclaje y disposición final (MinAmbiente, 2021).

En cuanto a la tarifa a cobrar de los residuos sólidos, en ciudad de Bogotá se ha implementado una tarifa ambiental especial para los grandes generadores o productores de residuos sólidos, esto con el objetivo de motivar la separación en la fuente y el aprovechamiento de los residuos (secretaria Distrital de Habitad, 2021).

El compostaje y el vermicompostaje son dos técnicas de tratamiento de desechos orgánicos que tienen un gran potencial para reducir la contaminación y mejorar la calidad del suelo. En los últimos años, Colombia ha visto un aumento significativo en el uso de estas técnicas, como por ejemplo el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó el programa "Compostaje en casa" en 2022 para fomentar el compostaje doméstico en todo el país (MINAMBIENTE, 2022).

Según el trabajo de investigación realizado por Fonseca (2023), Bogotá genera 6.500 toneladas de residuos diarios, de los cuales el 51% son residuos solidos orgánicos. En dicho

trabajo se busco implementar un modelo de gestión basado en la Economía Circular para reducir la generación de gases de efecto invernadero dando como alternativas de aprovechamiento el compostaje, biodigestión y producción de biogás.

A nivel regional En el departamento de Norte de Santander, la gestión integral de los residuos sólidos es un tema de gran importancia esto debido a los problemas ambientales y de salud pública que pueden llegar a generarse si se encuentran depositados inadecuadamente . En cuanto a la tarificación de los residuos sólidos en la región, en Cúcuta, Norte de Santander ha establecido tarifas diferenciales según el tipo de residuo, la cantidad generada y la frecuencia de recolección. (PGIRS , 2017). La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) es la entidad encargada de la gestión ambiental en la región y cuenta con diversas políticas y programas para la gestión integral de los residuos sólidos (CORPONOR, 2018).

En el municipio de Labateca en norte de Santander se llevo a cabo un plan piloto de aprovechamiento de residuos orgánicos, como alternativa para la gestión ambiental de estos residuos y la protección de las fuentes hídricas. Dando como resultado reducir la cantidad de residuos orgánicos que se disponían en el relleno sanitario y produciendo un compost de alta calidad (Prada, 2018).

En el municipio de Pamplona, se ha establecido el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), que tiene como objetivo garantizar una gestión integral de los residuos sólidos en el municipio. En este plan se establecen las políticas, estrategias y acciones necesarias para el manejo adecuado de los residuos sólidos, incluyendo la caracterización y clasificación de los mismos (Celis, 2018).

En Pamplona, se llevó a cabo un estudio titulado “Análisis de la mejor alternativa para el tratamiento y valorización de los residuos sólidos orgánicos del municipio de Pamplona Norte de Santander" el cual tuvo como objetivo evaluar las diferentes opciones disponibles para el manejo de los residuos orgánicos en el municipio de Pamplona, Colombia. El estudio analiza el compostaje,vermicompostaje y la digestión anaeróbica dando como resultado que el compostaje es la mejor alternativa para el tratamiento y valorización de los residuos sólidos orgánicos del municipio de Pamplona, ya que es un proceso simple y de bajo costo, no requiere de tecnología sofisticada y es un proceso ambientalmente sostenible (Peñaloza, 2021).

En la investigación realizada por Diaz (2022), se trató el tema de restauración de suelos degradados mediante el uso de abonos orgánicos, en la cual se logró demostrar que el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la elaboración de abono tipo Bokashi contribuye a que los niveles de nutrientes en el suelo aumenten, permitiendo así que los fertilizantes artificiales sean reemplazados por fertilizantes orgánicos.

En la institución educativa rural San Miguel de Pamplona inició en 2023 un proyecto piloto de vermicompostaje en su huerta escolar, involucrando a estudiantes en el proceso de creación y mantenimiento de una compostera con lombrices (IER San Miguel, 2023).

6.3. Marco Teórico

6.3.1 Caracterización de residuos sólidos

Para abordar este tema, se debe tener en cuenta que la gestión integral de residuos sólidos, que implica una serie de actividades que van desde la generación, separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. Esta gestión integral se

basa en la jerarquía de residuos, que establece la prioridad de acciones a tomar para minimizar su impacto en el medio ambiente (Rivas, 2018).

Según el Ministerio de Ambiente de Perú en cuanto a la caracterización de los residuos sólidos, se pueden aplicar diferentes metodologías para determinar la composición y cantidad de los mismos (MINAMBIENTE, 2019). Por ejemplo, se puede realizar una caracterización gravimétrica o una caracterización visual, entre otras (Bartra Gómez & Delgado Bardales, 2020).

6.3.2 Aprovechamiento de residuos sólidos

Según Cardenas (2020), el aprovechamiento de residuos sólidos se refiere a la gestión adecuada y responsable de los residuos generados por la sociedad a través de su transformación en recursos valiosos. Esto implica la separación y clasificación de los residuos en origen, la reutilización y reciclaje de materiales, la recuperación de energía y la disposición final adecuada de los residuos que no puedan ser aprovechados de otra manera

La gestión adecuada de residuos sólidos es un tema relevante en la actualidad debido a los desechos generados por la sociedad (Hurtado Granja & Batioja, 2022). Para ello, existen normativas a nivel internacional y nacional que regulan la gestión de los residuos sólidos. Estas normas incluyen la promoción de la separación en origen, el tratamiento de los residuos y su adecuada disposición, la utilización de la tecnología adecuada y la participación activa de la sociedad en la gestión de residuos.

Según la normativa nacional, el aprovechamiento de los residuos sólidos se debe llevar a cabo de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental y protegiendo la salud humana.

Para ello, se establecen normas como el Decreto 596 del 2016 que regula el tratamiento de los residuos, la integración de los recursos disponibles y el aprovechamiento de los mismos.

6.3.3 Compostaje

El compostaje es un proceso natural de descomposición de materia orgánica que se utiliza para convertir desechos orgánicos en un fertilizante. Este proceso es beneficioso para el medio ambiente porque reduce la cantidad de desechos que se envían a los vertederos y reduce la emisión de gases de efecto invernadero. Además, el compost resultante puede utilizarse como abono orgánico en jardinería y agricultura, lo que mejora la calidad del suelo y reduce la necesidad de fertilizantes químicos (Sánchez, 2019).

Según Herrera & Palomino (2021), es importante que el proceso de compostaje siga cuatro etapas, la primera es la etapa mesofílica en la que la temperatura inicial es ambiente y el pH tiende a bajar por la producción de ácido por la descomposición de los residuos sólidos orgánicos. La segunda etapa es termofílica en donde la temperatura de los residuos sólidos orgánicos alcanza los 40 ° C. la tercera etapa es la etapa de enfriamiento en la cual la temperatura empieza a disminuir, se activa y regula el pH y en la etapa cuatro es la maduración del compost, en esta etapa la temperatura es ambiente y el pH varía entre 6 a 8 y es la etapa que demora de 2 a 6 meses en completarse.

6.3.4 Lombricomposta

La lombricomposta es un tipo de compostaje en el que las lombrices se utilizan para descomponer compuestos orgánicos. En este proceso, se prepara un lecho con materiales ricos en carbono, como papel y cartón, se introducen lombrices Eisenias fétidas (Lombrices rojas

californianas) especializadas en descomposición orgánica y se les alimenta con restos de cocina. Las lombrices convierten estos desechos en un vermicompost rico en nutrientes (García & Gutiérrez, 2021).

Debido a su capacidad para aumentar la retención de agua y proporcionar nutrientes esenciales a las plantas, este producto es beneficioso para mejorar la calidad del suelo en jardinería y agricultura. El compostaje de lombrices es una forma sostenible de reciclar residuos orgánicos y promover métodos de gestión de desechos más respetuosos con el medio ambiente

6.3.5 Fertilizantes líquidos orgánicos

Los fertilizantes líquidos orgánicos ofrecen una solución económica y duradera a los problemas actuales en la agricultura. Su composición a base de materiales orgánicos y su capacidad para mejorar la salud del suelo y reducir los efectos ambientales los convierten en una herramienta clave en la promoción de la agricultura sostenible. A medida que avanzamos hacia un futuro en el que la sostenibilidad es una prioridad, es fundamental reconocer la importancia de los fertilizantes líquidos orgánicos para lograr una producción de alimentos más económica y respetuosa con el medio ambiente. Nuestras estrategias agrícolas deben incluir su adopción y promoción. Los micronutrientes, el fósforo, el potasio y el nitrógeno son solo algunos de los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas que se pueden encontrar en los fertilizantes líquidos orgánicos. El desarrollo de raíces, flores y frutos depende de estos nutrientes (Plácido et al., 2021).

6.3.6 Propuesta de tarifa por residuos sólidos

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Min vivienda) establece que, en cuanto a la propuesta de tarifa, es importante considerar los costos asociados a la gestión integral de los residuos sólidos, así como los beneficios ambientales y sociales que se derivan de una adecuada disposición final. Para ello, se pueden analizar diferentes modelos de tarificación, como el de tasa fija o el de tasa variable, en función de las características de los residuos y los objetivos de la gestión (MimAmbiente, 2021).

Es importante considerar las políticas y normas que rigen la gestión de residuos sólidos en Colombia, como la Resolución CRA 943 del 2021 y la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Estas normas establecen los criterios y lineamientos para la gestión de residuos, así como las responsabilidades de los diferentes actores involucrados en el proceso.

6.3.7 Aforo de residuos solidos

El aforo de desechos sólidos es un proceso de recopilación de datos que tiene como objetivo cuantificar la cantidad y composición de desechos producidos por una comunidad o zona específica. Este proceso implica la recopilación de información sistemática sobre los tipos de desechos, su cantidad, sus características y su origen. La información recopilada se utiliza para planificar y optimizar la gestión de desechos, crear políticas efectivas de reciclaje y reducción de desechos, y evaluar el impacto ambiental de los desechos sólidos (Chávez, 2021).

6.3.8 Grandes productores de residuos solidos

Según la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico los productores o generadores de residuos sólidos que generan una cantidad significativa de residuos, ya sea por su

tamaño, su actividad o su ubicación, se conocen como grandes productores de residuos sólidos. En general, aquellos que producen más de 1 toneladas o 1 metro cubico de desechos sólidos al mes se consideran grandes productores. Los grandes productores de desechos sólidos pueden ser domésticos, comerciales, industriales o institucionales. Los desechos domésticos son producidos por los hogares, los desechos comerciales son producidos por las empresas, los desechos industriales son producidos por las fábricas y los desechos institucionales son producidos por instituciones públicas e instituciones privadas (CRA, 2021).

6.3.9 Pequeños productores de residuos solidos

Los grandes productores de desechos sólidos generan una cantidad menor de desechos que los pequeños productores de desechos sólidos, ya sea por su tamaño, su actividad o su ubicación. Las personas que generan menos de 100 toneladas de desechos sólidos al año se consideran pequeños productores. En Colombia, la Ley 142 de 1994 regula a los pequeños productores de desechos sólidos, obligando a estos a cumplir con las normas ambientales vigentes. Además, la ley obliga a los pequeños productores a separar los desechos en su lugar de origen y entregarlos a un gestor autorizado (Ley 142 , 1994).

6.4 Marco legal

En la tabla 1 se encuentran las leyes, resoluciones y decretos respecto a caracterización, aprovechamiento y tarifa a cobrar de residuos sólidos

Tabla 1

Normograma referente a caracterización, aprovechamiento y tarifa de residuos sólidos en Colombia.

Norma	Artículos	Descripción	Responsable de la norma
Ley 142 de 1994	Art 1, Art 14, Art 137, Art 146, Art 164.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Presidente de la República
Ley 388 de 1997	Art.5,Art 8, Art 28.	Por la cual se establece el ordenamiento del territorio municipal.	Presidente de la República
Ley 1259 de 2008	Art 1, Art 4, Art 6, Art 7, Art 24.	Esta ley establece las disposiciones generales para el manejo de los residuos sólidos en Colombia.	Presidente de la República
Decreto 2981 de 2013	Art. 120.	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	Presidente de la República
Decreto 1076 de 2015	Art. 2.2.6.1.3.1, Art. 2.2.6.1.3.2.	Establece que los municipios y distritos deben formular y adoptar Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Estos planes deben incluir la caracterización de los residuos sólidos	Presidente de la República

		generados en el territorio, así como las estrategias y acciones para su adecuada gestión.	
Decreto 1077 del 2015	Titulo 2.	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”. Establece en el titulo 2 el servicio público de aseo.	Presidente de la República
Decreto 596 de 2015	Art. 1.	"Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones"	Presidente de la República
Decreto 2106 de	Art.120	“Por el cual se dictan normas	Presidente de la

2019		para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública"	República
Resolución CRA 442 de 2008	Art.10, Art.20, Art.50.	Por la cual se presenta el proyecto de resolución "por la cual se establecen las metodologías de aforos para pequeños y grandes productores de residuos sólidos del servicio de aseo" y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector.	Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico
Resolución 754 de 2014	Todos los artículos.	Por la cual se aprueban los lineamientos para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
Resolución CRA 943 del 2021	Art. 1.2.1, Art. 5.3.2.3.8., Art 5.7.1.1., Art.	Compila la regulación general de los servicios públicos de acueducto,	Comisión de regulación de agua potable y

5.7.1.9., Art. 5.7.1.9., Art. 5.7.1.9.	alcantarillado y aseo, y se derogan unas disposiciones.	saneamiento básico

Nota. Fuente**:** Hernandez (2023)

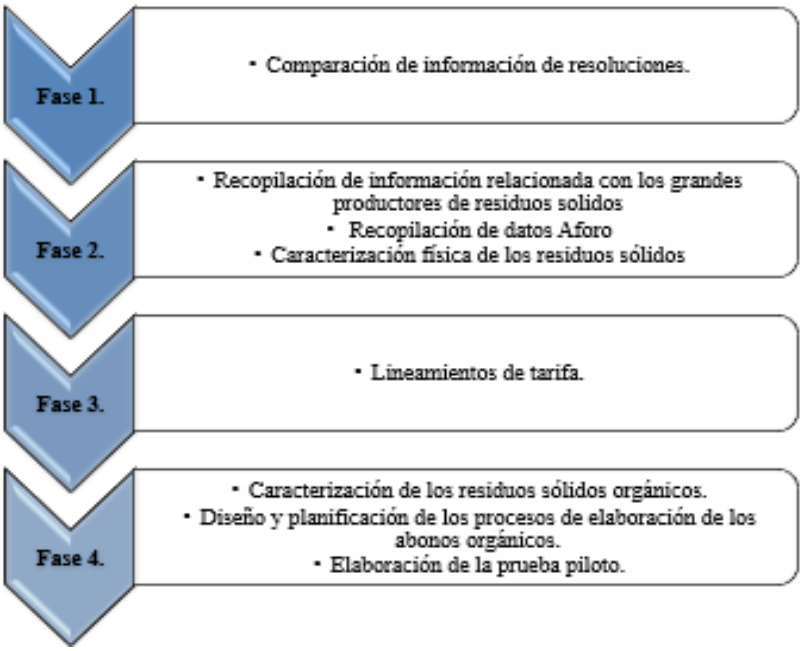
Capitulo III

7. Metodología

La metodología aplicada en el desarrollo de la practica empresarial se distribuyó en cuatro fases, en las cuales la primera se fundamentó en la comparación de información de resoluciones, la segunda en recopilar información relacionada con los grandes productores de RS, recopilación de datos de aforos y caracterización física de los residuos sólidos (RS) , la tercera como tal consistió crear los lineamientos de tarifa a cobrar por RS de grandes productores y la cuarta en hacer una prueba piloto de abonos orgánicos. En el diagrama 1 se muestra la secuencia metodológica llevada a cabo en este trabajo.

Diagrama 1

Diagrama metedologico del proyecto.



Nota. Fuente**:** Hernandez (2023)

7.1 Fase 1. Comparación de información de resoluciones.

Se llevó a cabo la obtención, descarga y revisión de las resoluciones CRA 442 del 2008 y CRA 943 del 2021 mediante la consulta y descarga de los respectivos documentos desde de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) en Colombia.

Para la comparación de las resoluciones se utilizaron los siguientes criterios: objetivo de cada resolución, alcance de cada una de ellas, aspectos novedosos incluidos en cada resolución ,actualización en cuanto a materia ambiental y aforos de grandes productores.

7.2 Fase 2. Caracterización de los residuos sólidos producidos por los cinco (5) grandes productores

7.2.1 Recopilación de información relacionada con los grandes productores de residuos solidos

Se solicito información a la empresa de servicios públicos de Pamplona EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. sobre las rutas, horarios de recolección y generación de residuos sólidos en Centro de acopio , Policía, Terminal de transporte de Pamplona, ISER e INPEC. Se llevo a cabo el diseño y aplicación de una encuesta (Anexo 1), con el fin de obtener datos asociados a los residuos sólidos generados en los cinco grandes productores.

En la fotografía 1 se muestra la aplicación de encuestas a cada gran productor.

Fotografía 1

Aplicación de encuestas. a) Centro de acopio, b). Terminal de Transporte de Pamplona, c). Estación de policía , d). INPEC, e). ISER



Nota. Fuente: Rivera (2023)

7.2.2 Recopilación de datos de acuerdo a aforos

De acuerdo a las rutas y horarios de recolección establecidas por la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Se realizaron aforos durante un mes en cada uno de los grandes productores, de lunes a viernes en el Centro de acopio; en la Policía y el Terminal de Transporte de Pamplona se hicieron aforos de forma sincrónica en los días lunes, miércoles y viernes; en las

instalaciones del INPEC Pamplona se llevaron a cabo los aforos los días Miércoles y sábados, en el INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCACIÓN RURAL - ISER se realizaron en los días martes y viernes .

Siguiendo los métodos y los criterios de aforos establecidos en la resolución CRA 442 del 2008, se utilizó el método de peso el cual consistió en pesar la totalidad de los residuos sólidos generados en un período de tiempo de 1 mes. Durante este período, los grandes productores depositaron todos los residuos sólidos en un contenedor o recipiente específico que se utilizó para el aforo, se contó con una báscula industrial capaz de pesar la totalidad de los residuos sólidos generados en el período de tiempo determinado. La báscula debía estar ubicada en un lugar de fácil acceso para los usuarios y operarios. Los aforos se realizaron utilizando una báscula de 300 kg, la cual se encontraba calibrada y certificada por la empresa COLMETRO S.A.S, manera anual ver (Anexo 2).

Para realizar el método del volumen, se dispuso mediante un formato de aforo creado por la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., (FAS-15 v .00) (Anexo 3), según el tipo de recipiente utilizado, la cantidad de recipientes y la equivalencia en m^3 se halló el volumen de cada aforo.

En las fotografías 2, se evidencia la realización de los aforos en cada uno de los cinco (5) grandes productores de residuos sólidos.

Fotografía 2

Aforo realizados. a) INPEC, b). Terminal de Transporte de Pamplona, c). Estación de policía , d). Centro de acopio, e). ISER



Nota. Fuente : Rivera (2023)

7.2.3 Caracterización física de los residuos sólidos

Se realizaron caracterizaciones de residuos sólidos en cada gran productor. En el centro de acopio se realizaron seis caracterizaciones, y en el INPEC, ISER, Terminal de transporte y Estación de policía se realizaron dos caracterizaciones en cada uno, la muestra de cada gran productor de residuos sólidos se realizó mediante el pesaje de estos durante la primera semana de aforos en cada uno de los sitios para sacar el promedio de generación, se seleccionó una

muestra aleatoria simple de acuerdo al promedio semanal y el tamaño de la muestra se halló mediante la fórmula de Cochran expresada en la ecuación 1 (Ec.1) dada para población finita (Kallio, 2023).

$$n' = \frac{n}{1+\frac{z^2 * p * (1-p)}{E^2 * \frac{N}{\#V}}} \qquad \text{(Ec.1)}$$

Donde, n' - tamaño de la muestra necesario para población finita; n - Constante de 385; Z- Nivel de confianza específico, este valor se obtiene de la tabla de la distribución normal estándar y está relacionado con el margen de error y el nivel de confianza elegidos. En el presente estudio Z tiene un valor de 1,96; p - La proporción estimada (también conocida como proporción de éxito) se refiere a la estimación de la frecuencia o proporción de una característica particular en la población; E- margen de error deseado para este estudio es del 5% sin embargo este valor puede variar según la calibración de la balanza; N: tamaño de la población para este caso la población.; Y #V- número de visitas realizadas en la semana.

La caracterización de la muestra de los residuos sólidos se realizó mediante el método de cuarteo. Para ello, se ordenó la muestra de residuos sólidos de acuerdo al material de estos y se dividió en cuatro partes iguales. Finalmente, se separaron y clasificaron los residuos sólidos según las categorías establecidas en el Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS, 2021) del municipio de Pamplona: residuos sólidos orgánicos aprovechables, residuos sólidos orgánicos no aprovechables, residuos sólidos reciclables y residuos sólidos no reciclables.

En las fotografías 3 se evidencia el proceso de caracterización, en la Estación de Policía de Pamplona y el INPEC no se realizó registro fotográfico ya que estas instituciones se rigen por la Ley 1581 de 2012, que regula el tratamiento de datos personales, pero si se pudieron llevar a

cabo las caracterizaciones dadas para cada uno de ellos.

Fotografía 3

a.) Caracterización de residuos sólidos.



Nota. Fuente : Rivera (2023).

Para determinar el peso y volumen de los residuos sólidos, se aplicó lo establecido en la resolución correspondiente. Para ello, se utilizaron recipientes estandarizados, como bolsas industriales de polietileno y canecas industriales, para determinar el volumen. Se estableció el código de clasificación de cada gran productor, de acuerdo con el Código Industrial Internacional Uniforme. Finalmente, se pesó la muestra de residuos sólidos separados o clasificados, lo que permitió obtener el porcentaje de peso de cada material. En la tabla 2 se muestran los códigos CIIU de cada gran productor y su respectiva actividad.

Tabla 2

Código CIIU grandes productores.

Entidad	Descripción	Código CIIU	Subclase CIIU	Descripción de la subclase CIIU
Estación de policía de Pamplona	Actividades de las fuerzas armadas y de seguridad	9311	93110	Actividades de las fuerzas armadas y de seguridad
Terminal de transporte de Pamplona	Actividades de transporte terrestre de pasajeros	5221	52210	Actividades de transporte terrestre de pasajeros por carretera
Centro de acopio de Pamplona	1.Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. 2.Comercio al por mayor de materias primas agrícolas, animales, productos alimenticios, bebidas y tabaco	111 4611	1110 46111	Actividades de Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, excepto la pesca y comercio al por mayor.
INPEC	Actividades de servicios de prisiones y reformatorios	8412	84120	Actividades de servicios de prisiones y reformatorios

ISER	Educación superior no universitaria	8532	85321	Educación superior no universitaria, excepto la educación técnica profesional

Nota. Fuente: Hernandez (2023)

7.3 Fase 3. Lineamientos de tarifa.

Para determinar la tarifa de cobro por los residuos sólidos que serán dispuestos en el relleno sanitario de Pamplona se aplicaron los criterios que se encuentran en las resoluciones y las ecuaciones Ec.2 la cual establece el costo de aforo y la Ec.3 dada para la tarifa según el aforo, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario regional la cortada.

$$\mathrm{CAf} = \frac{IPC}{\left(\frac{480}{20+10*R}\right)} \qquad \text{(Ec.2)}$$

Donde: CAf: Costo del aforo. ; IPC: Indicé de precio del consumidor del año anterior.; R: Número de aforos.

$$CTotal = CAf + CRT + CDf \qquad \text{(Ec 3.)}$$

Donde: CTotal: Costo total de acuerdo a la cantidad de residuos sólidos generados por los grandes productore. ; CAf: Costo del aforo total.; CRT: Costo de recolección y transporte .; CDf: Costo de la disposición final de los residuos sólidos.

En esta etapa se realizó un promedio semanal y un promedio mensual según el factor de correlación por gran productor o pequeño productor de residuos sólidos, para esto se utilizó el formato FAS-16 v.01 (Anexo 4).

7.4 Fase 4. Elaboración de pruebas pilotos de abonos orgánicos.

7.4.1 Caracterización de los residuos sólidos orgánicos.

Se realizo una caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados en los grandes productores con el fin de utilizar los residuos sólidos orgánicos aprovechables para las pruebas pilotos de abono orgánico. El centro de acopio fue el gran productor con mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables.

En la fotografía 4 se evidencia el proceso de caracterización de los residuos sólidos orgánicos utilizados para los abonos.

Fotografía 4

Caracterización de residuos sólidos orgánicos.



Nota. Fuente: Rivera (2023)

7.4.2 Diseño y planificación de los procesos de elaboración de los abonos orgánicos.

Esta fase se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase 7.4.1. Se procedió a escoger dos tipos de aprovechamiento de residuo orgánicos, los cuales fueron compostaje y vermicompostaje, de este último el lixiviado que produjo se recirculo y se analizó como un fertilizante liquido de humus de lombriz.

Para la selección del lugar del vermicompostador se procedió a buscar un lugar sombreado y protegido de la lluvia. El tamaño del vermicompostador se adecuo para la cantidad de residuos que se generarían y facilidad de rotación del mismo, las lombrices rojas californianas se alimentaron de residuos orgánicos frescos y de calidad. El vermicompostador conto con un sistema de riego interno, el cual mantenía una humedad adecuada. En la fotografía 5 se muestra el vermicompostador rotatorio:

Fotografía 5

Vermicompost ador rotatorio



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Para la selección del lugar del compostador, se buscó y adecuo el lugar para que quedara sombreado y protegido de la lluvia, lo cual fue importante para que los residuos orgánicos se descompongan de manera adecuada. El tamaño del compostador se adecuo para la cantidad de residuos que se generarían. En la fotografía 6 se muestra el lugar de realización del compost.

Fotografía 6

Tanque compostador.



Nota. Fuente: Hernandez (2023)

7.4.3 Etapa 8 - Elaboración de la prueba piloto.

En esta etapa se llevó a cabo la producción de 80 kilogramos de compost en el tanque adecuado para esto y 80 kilogramos de vermicompost en el vermicompostador rotatorio, para la cual se usaron los componentes de la tabla 3 y 4.

Tabla 3

Componentes Vermicompost

Material	Cantidad	Porcentaje
Tierra fértil (Kg)	12	11,76
Desechos orgánicos (Kg)	65	63,69
Excremento de vaca (Kg)	3	2,94
Hojas secas (Kg)	3	2,94
Cartón (Kg)	2	1,96
Cascarilla de huevo (Kg)	4	3,92
Lombriz roja californiana (Kg)	2	1,96
Agua (L)	según sea necesario	0,00
Melaza (L)	1	0,98
Levadura (Kg)	0,05	0,05
Gallinaza (Kg)	5	4,90
Aserrín (Kg)	5	4,90
Total	102,05	100,00

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Tabla 4

Componentes del Compost

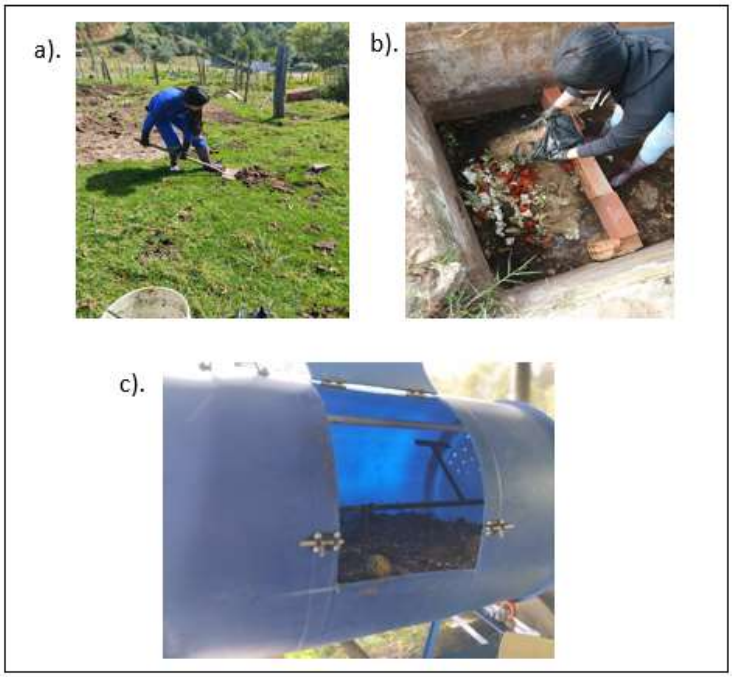
Material	Cantidad	Porcentaje
Tierra fértil (Kg)	12	12,62
Desechos orgánicos (Kg)	60	63,12
Excremento de vaca (Kg)	3	3,16
Hojas secas (Kg)	3	3,16
Cartón (Kg)	2	2,10
Cascarilla de huevo (Kg)	4	4,21
Agua (L)	según sea necesario	-
Melaza (L)	1	1,05
Levadura (Kg)	0,05	0,05
Gallinaza (Kg)	5	5,26
Aserrín (Kg)	5	5,26
Total	95,05	100,00

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En las fotografías 7 se evidencia el proceso de recolección de y aplicación de los componentes necesarios para la realización de los abonos orgánicos en cada uno de sus sitios establecidos.

Fotografía 7

Aplicación y recolección de componentes para abono. a). Recolección de excremento de vaca, b). Aplicación de elementos para el compost, c). Aplicación de elementos para el vermicompost.



Nota. Fuente:Rivera (2023)

Además, se realizaron estudios de granulometría y composición de la tierra utilizada en los abonos y composición de los abonos realizados, como también se llevó a cabo la medición de los parámetros del lixiviado de lombriz roja californiana, o fertilizante líquido.

Para el análisis granulométrico de la tierra utilizada en los abonos, se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad de Pamplona, con una cantidad de 1000 gr, siguiendo las normas NTC 1522 e INV 213.En primer lugar, se limpiaron y pesaron los tamices, luego cada muestra se cuarteó y se colocó en una bandeja previamente pesada. Los tamices se colocaron en el orden adecuado y se incorporó la muestra. Se agitó durante diez minutos para

que la muestra se distribuyera uniformemente entre los tamices, y por último se pesaron los tamices con el porcentaje de la muestra retenida.

En las fotografías 8 se evidencia el proceso que se llevó a cabo en el laboratorio de mecánica de suelos para el análisis granulométrico.

Fotografía 8

Laboratorio granulométrico



Nota. Fuente: Rivera (2023)

Para la caracterización de lixiviados de lombriz se tuvo en cuenta los métodos que se mencionan en la tabla 5 y fueron realizados en el laboratorio de control de calidad y de diagnóstico de la universidad de Pamplona y en el laboratorio de la planta de agua potable de EMPOPAMPLONA S.A E.S.

Tabla 5

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del lixiviado de lombriz.

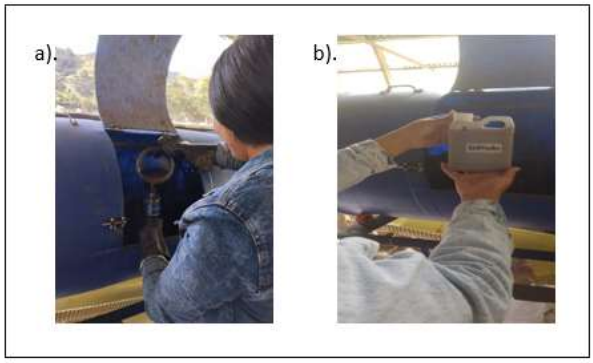
Parámetro	Unidad	Método
pH	Unidad de PH	Potenciométrico según la norma NTC 5167
Dureza Total	mg/L CaCO3	Colorimétrico según la norma NTC 5166
DQO	mg/L(ppm) O2	Digestión con permanganato de potasio según la norma NTC 5168
Fosforo Total	mg/L(ppm)	Espectrofotométrico según la norma NTC 234
Fosfatos	mg/L(ppm)	Espectrofotométrico según la norma NTC 235
Nitrógeno	mg/L(ppm)	Digestión Kjeldahl-Ti trimétrico según la norma NTC370
Nitratos	mg/L(ppm)	Espectrofotométrico según la norma NTC 5169
Sodio	mg/L	Absorción Atómica según la norma NTC 5167
Potasio	mg/L	Absorción Atómica según la norma NTC 5167
Carbono	mg/L	Espectrofotométrico según la norma NTC 5167
Relación C/N	-	Cálculos
Bacterias Coliformes Fecales	UFC/100 CM3	NTC 5170
Bacterias Coliformes totales	UFC/100 CM4	NTC 5170

Nota. Fuente: Hernandez (2023)

En las fotografías 9 y 10 mostradas a continuación se muestran el proceso de toma de las muestras para los laboratorios de lixiviado de lombriz y análisis de laboratorios.

Fotografía 9

Recolección de muestra para análisis de lixiviado. a). Primera muestra, b). Segunda muestra.



Nota. Fuente: Monsalve (2023)

Fotografía 10

Análisis de laboratorio de lixiviado



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los parámetros de composición de tierra, compost y vermicompost se analizaron en el laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS), siguiendo los métodos descritos en la Tabla 6.

Tabla 6

Parámetros fisicoquímicos de Vermicompost, Compost y Tierra

Parámetro	Unidad	Método
pH	Unidad de PH	Potenciométrico 1:1
Materia orgánica	%	Walkley Black Colorímetro
Fosforo	(ppm)	Bray II Colorímetro
Potasio	(meq/100g)	Extracción de Acetato de Amonio 1 N
Calcio	(meq/100g)	PH 7.0
Magnesio	(meq/100g)	Absorción Atómica
Sodio	(meq/100g)	Emisión
CIC	(meq/100g)	Titulación con NaOH 0.1 N
Acides intercambiable	(meq/100g)	Titulación con NaOH 0.05 N
Hierro	(p.p.m)	Método de D.T.P.A Absorción atómica
Manganeso	(p.p.m)	Método de D.T.P.A Absorción atómica
Cobre	(p.p.m)	Método de D.T.P.A Absorción atómica
Zinc	(p.p.m)	Método de D.T.P.A Absorción atómica
Boro	(p.p.m)	Colorímetro Extracción con fosfato monocálico
Azufre	(p.p.m)	Turbidímetro

Textura 1	No aplica	Determinación al tacto
Textura 2 Arena	%	Método de Bouyoucos
Textura 2 Arcilla	%	Método de Bouyoucos
Textura 2 Limo	%	Método de Bouyoucos

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Capitulo IV

8. Resultados y discusión

8.1 Comparación de información de la resolución CRA 442 de 2008 y CRA 943 de 2021.

En la tabla 7 se comparan las principales diferencias entre la Resolución CRA 442 de 2008 y la Resolución CRA 943 de 2021, estas dos resoluciones de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) las cuales se encargan de regular la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en Colombia, la resolución 442 de 2008 es modificada por la resolución 943 de 2021.

Tabla 7

Comparación de resolución CRA 442 de 2008 y CRA 943 de 2021.

Características	Resolución CRA 442 de 2008	Resolución CRA 943 de 2021
Objetivo	Regular la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, en los aspectos técnicos, comerciales, financieros y organizacionales	Regular la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, en los aspectos técnicos, comerciales, financieros, organizacionales y ambientales

Alcance	Aplica a todos los prestadores de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en Colombia	Aplica a todos los prestadores de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en Colombia, con las excepciones establecidas en la resolución
Novedades	*La Resolución CRA 442 de 2008 no establecía mecanismos de control y seguimiento específicos *aplicaba a los prestadores de servicios públicos domiciliarios de aseo que tuvieran más de 2.000 usuarios.	*Incorporación de disposiciones ambientales para la gestión integral de los residuos sólidos * Fortalecimiento de los mecanismos de participación ciudadana * Promoción de la eficiencia y la transparencia en la prestación de los servicios * Modernización de la regulación para adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas

Materia ambiental	Las metodologías de aforo establecidas por la resolución permiten estimar la cantidad real de residuos sólidos generados, lo que es fundamental para planificar adecuadamente la gestión de estos residuos.	La Resolución CRA 943 de 2021 incorpora disposiciones ambientales para la gestión integral de los residuos sólidos, como la obligación de los prestadores de servicios públicos domiciliarios de implementar sistemas de separación en la fuente, y la promoción de la economía circular.

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Ademas, de las caracteristicas anteriormente mensionada la principal comparacion de las dos resoluciones En cuanto a metodologías de aforo, la Resolución CRA 943 de 2021 permite la metodología de aforo por volumen y la metodología de aforo por pesaje, La metodología de aforo de residuos sólidos por pesaje es más precisa que la metodología de aforo de residuos sólidos por volumen, ya que permite medir la cantidad real de residuos sólidos generados.. La Resolución CRA 442 de 2008 solo permitía la utilización de la metodología de aforo por volumen.

Las novedades de la Resolución CRA 943 de 2021 en relación con la Resolución CRA 442 de 2008 en cuanto a aforo y grandes productores buscan mejorar la precisión, la transparencia y el control de las metodologías de aforo.

También es importante recalcar que la resolución CRA 442 de 2008 establece los estándares mínimos de calidad que deben cumplir los prestadores de servicios públicos domiciliarios, en términos de continuidad, regularidad, eficiencia, eficacia, seguridad y satisfacción de los usuarios. Mientras que la resolución CRA 943 establece disposiciones sobre la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad de los servicios públicos domiciliarios.

8.2 Recopilación de información relacionada con los grandes productores.

Según la empresa de servicio público EMPOPAMPLONA S.A E.S.P., se tiene los datos en la tabla 8 para los horarios de recolección de residuos sólidos en cada uno de los cinco grandes productores de Pamplona.

Tabla 8

Horario de recolección y transporte de residuos sólidos en los cinco grandes productores.

Ruta de Recolección	**Dia de recolección**						**Hora de Aforo**
	Lunes	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**	**Sábado**	
Centro de Acopio	X	X	X	X	X	X	7:30 am a 8:30 am
Estación de Policía	X		X		X		
Terminal de Transporte de Pamplona	X		X		X		

Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario (INPEC)		X		X
Instituto Superior de Educación Rural (ISER)	X		X	

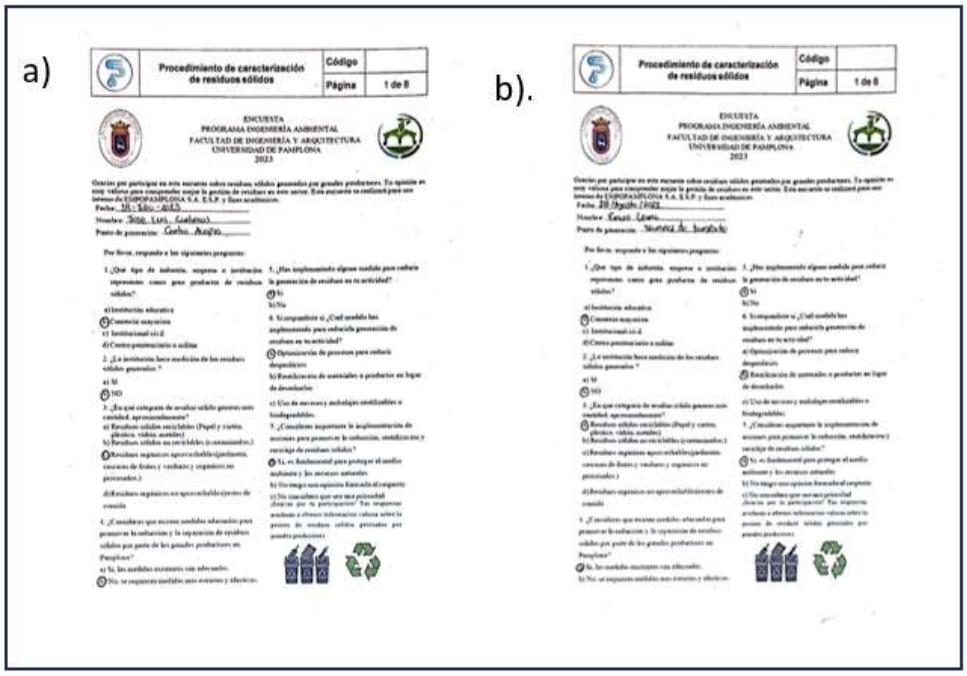
Nota. Fuente: Hernandez (2023)

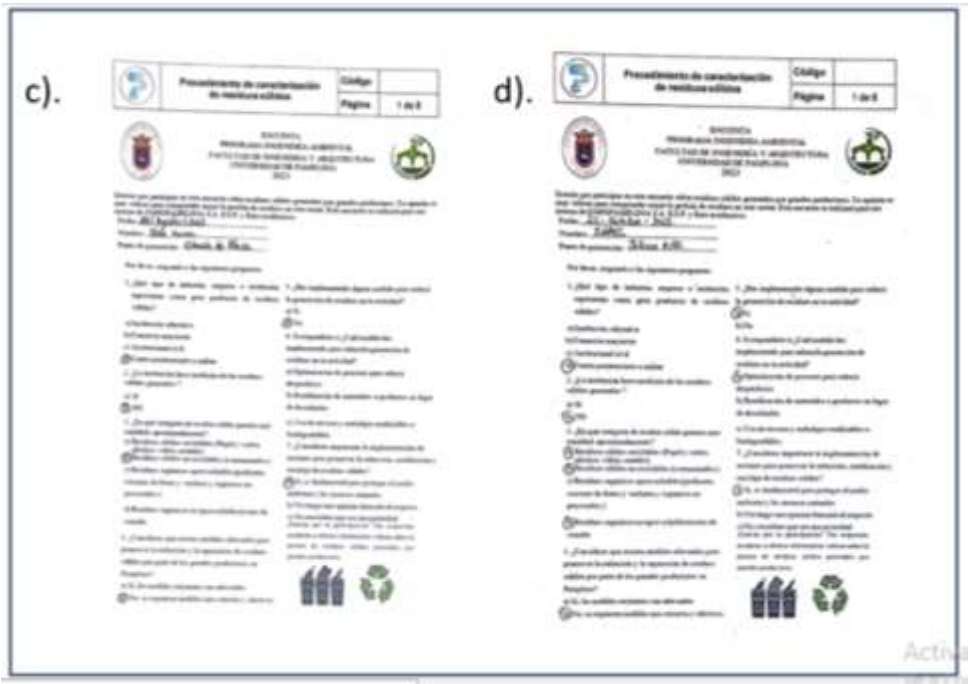
Las encuestas aplicadas reflejan que, en el centro de acopio, estación de policía, terminal de transporte, INPEC y ISER no se realiza medición de los residuos sólidos que se generan en la fuente, así como también que solo en el INPEC se está realizando separación de residuos sólidos.

En las fotografías 15 se pueden ver los resultados de las encuestas realizadas a cada gran productor. En estas imágenes se hace evidente la falta de cuantificación y separación de grandes productores o generadores de residuos sólidos en la fuente, como también la actividad a la que cada institución se dedica.

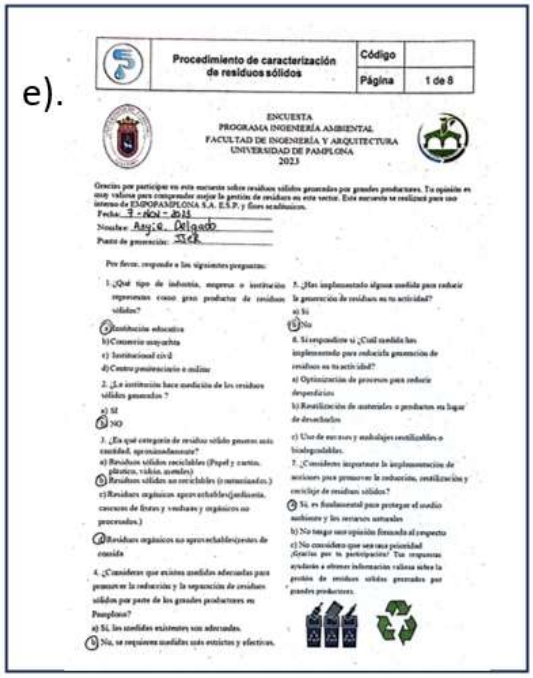
Fotografía 11

Encuestas realizadas





e).



Procedimiento de caracterización de residuos sólidos

Código

Página 1 de 8

ENCUESTA
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
2023

Gracias por participar en esta encuesta sobre residuos sólidos generados por grandes productores. Tu opinión es muy valiosa para comprender mejor la gestión de residuos en este sector. Esta encuesta se realizará para uso interno de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. y fines académicos.

Fecha: 7 - NOV - 2023

Nombre: Angie Delgado

Punto de generación: ISER

Por favor, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de industria, empresa o institución representas como gran productor de residuos sólidos?
a) Institución educativa
b) Comercio mayorista
c) Institucional civil
d) Centro penitenciario o militar

2. ¿La institución hace medición de los residuos sólidos generados ?
a) SI
b) NO

3. ¿En qué categoría de residuo sólido generas más cantidad, aproximadamente?
a) Residuos sólidos reciclables (Papel y cartón, plástico, vidrio, metales)
b) Residuos sólidos no reciclables (contaminados.)
c) Residuos orgánicos aprovechables(jardinería, cascaras de frutas y verduras y orgánicos no procesados.)
d) Residuos orgánicos no aprovechables(restos de comida

4. ¿Consideras que existen medidas adecuadas para promover la reducción y la separación de residuos sólidos por parte de los grandes productores en Pamplona?
a) Si, las medidas existentes son adecuadas.
b) No, se requieren medidas más estrictas y efectivas.

5. ¿Has implementado alguna medida para reducir la generación de residuos en tu actividad?
a) Si
b) No

6. Si respondiste si ¿Cuál medida has implementado para reducirla generación de residuos en tu actividad?
a) Optimización de procesos para reducir desperdicios
b) Reutilización de materiales o productos en lugar de desecharlos
c) Uso de envases y embalajes reutilizables o biodegradables.

7. ¿Consideras importante la implementación de acciones para promover la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos?
a) Si, es fundamental para proteger el medio ambiente y los recursos naturales
b) No tengo una opinión formada al respecto
c) No considero que sea una prioridad

¡Gracias por tu participación! Tus respuestas ayudarán a obtener información valiosa sobre la gestión de residuos sólidos generados por grandes productores.

Nota. Fuente**:** Hernandez (2023).

Las tarifas que pagaban el centro de acopio, estacion de policia, terminal de transporte, INPEC e ISER, por conceptos de recoleccion, transporte y dispocision final de los residuos solidos se observan en la tabla 9 esta informacion fue suministrada de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Tabla 9

Tarifa de cobro por recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

Usuario	Tarifa
Centro de acopio	$ 128.340,70
Terminal de transporte	$ 98.670,30
Estacion de policia	$ 93.540,20

INPEC	$ 87.250,60
ISER	$ 88.520,40

Nota. Fuente**:** Hernandez (2023).

Dichas tarifas eran valores asumidos desde el 2018, sin tener una tarifa real por cuantificacion de los residuos solidos que generan los cienco (5) grandes productores.

8.3 Recopilación de datos de acuerdo a los aforos.

Los aforos se realizaron de acuerdo a indicaciones de la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. , en el orden de acuerdo a las tablas 10-14

En la tabla número 10 está el registro del peso en kilogramos por cada día que se realizaron los aforos en el centro de acopio , empezando el día 12 de julio de 2023 y terminando el 24 de agosto de 2023. En la primera semana se obtuvo un total de 5096,81 kilogramos de, en la segunda 5576,79 kilogramos, en la semana tercer semana obtuvieron 5309,04 kilogramos y en la cuarta semana 5028,45 kilogramos de residuos sólidos, para un total de 21011,09 de kilogramos o 21,01109 de toneladas de residuos sólidos que se dispusieron el relleno sanitario regional La Cortada.

Tabla 10

Resumen de aforos de residuos sólidos en el centro de acopio

	Dia	Fecha	N° canecas	N° bolsa	Peso total del día (Kg)
semana 1	1	12/07/2023	17	0	877,37
	2	14/07/2023	14	0	560,86
	3	15/07/2023	18	0	929,13
	4	17/07/2023	19	1	795,4
	5	18/07/2023	15	0	906,05
	6	19/07/2023	18	0	1028
semana 2	7	25/07/2023	17	0	923,55
	8	26/07/2023	16	0	618,55
	9	28/07/2023	19	3	947
	10	31/07/2023	20	3	1360,09
	11	1/08/2023	16	1	1009,15
	12	2/08/2023	13	0	718,45
semana 3	13	3/08/2023	17	1	862,21
	14	4/08/2023	16	0	718
	15	8/08/2023	18	0	1243,21
	16	9/08/2023	17	0	933,1
	17	10/08/2023	15	0	767,35
	18	11/08/2023	14	0	785,17
semana 4	19	14/08/2023	21	1	1164,73
	20	15/08/2023	15	0	544,65
	21	16/08/2023	18	0	877,57
	22	17/08/2023	20	0	719,4
	23	22/08/2023	17	0	889,1
	24	23/08/2023	18	0	833

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En la tabla número 11 está el registro del peso en kilogramos por cada día que se realizaron los aforos en el terminal de transporte , empezando el día 14 de julio de 2023 y

terminando el 16 de agosto de 2023. En la primera semana se obtuvo un total de 550,7 kilogramos de, en la segunda 612,55 kilogramos, en la semana tercer semana obtuvieron 252,6 kilogramos y en la cuarta semana 486,85 kilogramos de residuos sólidos, para un total de 1902,7 kilogramos o 1,9027 de toneladas de residuos sólidos que se dispusieron el relleno sanitario regional la cortada.

Tabla 11

Resumen de aforos de residuos sólidos en el terminal de transporte

	Dia	Fecha	N° canecas	N° bolsa	Peso total del día (Kg)
	1	14/07/2023	3	3	119,95
semana 1	2	17/07/2023	4	14	350,85
	3	19/07/2023	1	4	79,9
	4	26/07/2023	5	6	210,15
semana 2	5	28/07/2023	3	2	115,6
	6	31/07/2023	5	8	286,8
	7	2/08/2023	1	3	89,65
semana 3	8	4/08/2023	2	2	78,6
	9	9/08/2023	2	2	84,35
	10	11/08/2023	4	1	120,85
semana 4	11	14/08/2023	5	6	213,85
	12	16/08/2023	5	2	152,15

Nota. Fuente**:** Hernandez (2023).

En la tabla número 12 está el registro del peso en kilogramos por cada día que se realizaron los aforos en la estación de policía de Pamplona, empezando el día 14 de julio de 2023 y terminando el 23 de agosto de 2023. En la primera semana se obtuvo un total de 260,25

kilogramos de, en la segunda 153,7 kilogramos, en la semana tercer semana obtuvieron 299,14 kilogramos y en la cuarta semana 220 kilogramos de residuos sólidos, para un total de 933,09 kilogramos o 0,93309 de toneladas de residuos sólidos que se dispusieron el relleno sanitario regional La Cortada.

Tabla 12

Resumen de aforos de residuos sólidos en la estación de policía

	Día	Fecha	N° canecas	N° bolsa	Peso total del día
	1	14/07/2023	4	3	100,9
semana 1	2	17/07/2023	4	5	87,05
	3	19/07/2023	3	8	72,3
	4	26/07/2023	3	0	51,65
semana 2	5	28/07/2023	3	2	98,6
	6	2/08/2023	3	0	55,1
	7	4/08/2023	3	0	58,02
semana 3	8	9/08/2023	2	5	94,55
	9	11/08/2023	1	5	146,57
	10	14/08/2023	3	1	63,3
semana 4	11	16/08/2023	3	0	43,8
	12	23/08/2023	3	0	112,9

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En la tabla número 13 está el registro del peso en kilogramos por cada día que se realizaron los aforos en el INPEC de Pamplona, empezando el día 20 de septiembre de 2023 y terminando el 13 de octubre de 2023. En la primera semana se obtuvo un total de 851,07 kilogramos de, en la segunda 994,25 kilogramos, en la semana tercer semana obtuvieron 1015,35

kilogramos y en la cuarta semana 1112,23 kilogramos de residuos sólidos, para un total de 3972,9kilogramos o 3,9729 de toneladas de residuos sólidos que se dispusieron el relleno sanitario regional la cortada.

Tabla 13

Resumen de aforos de residuos sólidos en el INPEC

	Día	Fecha	N° canecas	N° bolsa	Peso total del día (Kg)
semana 1	1	20/09/2023	0	12	358,19
	2	23/09/2023	0	20	492,88
semana 2	3	27/09/2023	0	19	550,85
	4	30/09/2023	0	15	443,4
semana 3	5	4/10/2023	0	18	531,1
	6	7/10/2023	0	18	484,25
semana 4	7	11/10/2023	0	24	565,92
	8	13/10/2023	0	20	546,31

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En la tabla número 14 está el registro del peso en kilogramos por cada día que se realizaron los aforos en el ISER de Pamplona, empezando el día 24 de octubre de 2023 y terminando el 14 de noviembre de 2023. En la primera semana se obtuvo un total de 779,67 kilogramos de, en la segunda 616,21 kilogramos, en la semana tercer semana obtuvieron 898,85 kilogramos y en la cuarta semana 479,9 kilogramos de residuos sólidos, para un total de 2774,63

kilogramos o 2,77463 toneladas de residuos sólidos que se dispusieron el relleno sanitario regional la cortada.

Tabla 14

Resumen de aforos de residuos sólidos en el ISER

	Día	Fecha	N° canecas	N° bolsa	Peso total del día (Kg)
semana 1	1	24/10/2023	0	21	546,31
	2	27/10/2023	0	13	233,36
semana 2	3	31/10/2023	0	15	402,46
	4	3/11/2023	0	12	213,75
semana 3	5	7/11/2023	0	16	348,15
	6	10/11/2023	0	24	550,7
semana 4	7	14/11/2023	0	20	256,19
	8	17/11/2023	0	16	223,71

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Según la informacion recolectada en los aforos el mayor generador de residuos solidos mensuales es el centro de acopio, ya que genera mas de 21 toneladas mensuales de estos, siendo cerca del 80 % residuos solidos organicos aprovechables.

8.4 Caracterización fisica de los residuos solidos

De acuerdo a la ecuación 1 citada en el apartado 7.2.3 para la caracterización se determinó que la muestra tuviera una confiabilidad del 95% y un error relativo del 5%. Siendo la probabilidad de ocurrencia del evento del 95%, obteniendo así un nivel de confianza de 1.96.

Como resultado de las consideraciones anteriores se obtuvo un tamaño de muestra final del centro de acopio, terminal de transporte, estación de policía, INPEC e ISER . La Tabla 15 presenta la distribución de la según el promedio de la primera semana de acuerdo a los aforos de residuos sólidos.

Tabla 15

Tamaño de la muestra de cada gran productor.

Gran productor	Promedio de residuos Sólidos en la primera semana (Kg)	Muestra (Kg)
Centro de acopio	849,468	104
Terminal de transporte	183,567	53
Estación de policía	86,750	27
INPEC	425,535	137
ISER	389,835	130

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Se realizaron 6 caracterizaciones de residuos sólidos en el centro de acopio y 2 en el terminal de transporte, la estación de policía, el INPEC y el ISER. Las caracterizaciones se realizaron por el método del cuarteo y se clasificaron los residuos en residuos sólidos orgánico aprovechables (RSOA), residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSONA), residuos sólidos reciclables (RSR) y residuos sólidos no reciclables (RSNR). Los resultados de las caracterizaciones realizadas en el centro de acopio se encuentran en la tabla 16, y el total de residuos caracterizados fue de 624 kilogramos.

Tabla 16

Caracterización de residuos sólidos en el centro de acopio

Dia	RSOA	RSONA	RSR	RSNR
1	82,2	10,2	8	3,6
2	73	15,36	7,64	8
3	79,5	5,5	16,65	2,35
4	65,3	22,3	12,42	3,98
5	72,86	21	2,1	8,04
6	86,6	12,7	2,56	2,14
Total	459,46	87,06	49,37	28,11

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

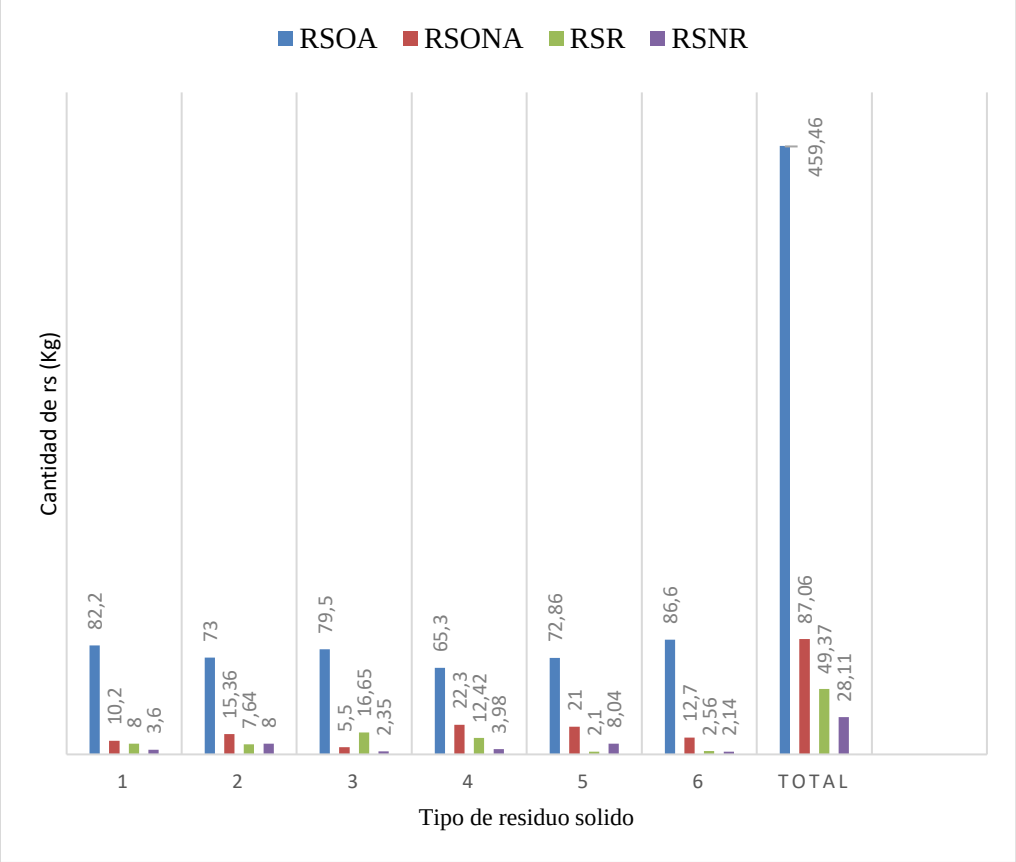
En los diagramas 2 y 3 se puede mostrar que los residuos sólidos generados en el centro de acopio están compuestos principalmente por residuos sólidos orgánicos (RSOA), que representan el 73,63 % del total de los residuos. Los residuos sólidos no orgánicos aprovechables (RSONA) representan el 13,95 % del total de los residuos, los residuos sólidos reciclables aprovechables (RSRA) representan el 7,91 % ,y los residuos sólidos reciclables no reciclables (RSRNA) representan el 4,5 % del total de los residuos.

Los residuos sólidos orgánicos (RSOA) incluyen residuos de frutas y verduras, estos residuos pueden ser aprovechados para cualquier proceso de aprovechamiento orgánico como el compostaje o el vermicompost aje. Los residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSONA) incluyen residuos plásticos, residuos de metal, residuos de vidrio, y residuos de papel y cartón.

Los residuos sólidos no reciclables (RSNR) incluyen residuos sanitarios, residuos peligrosos, y residuos contaminados. Estos residuos deben ser dispuestos de manera segura y controlada.

Diagrama 2

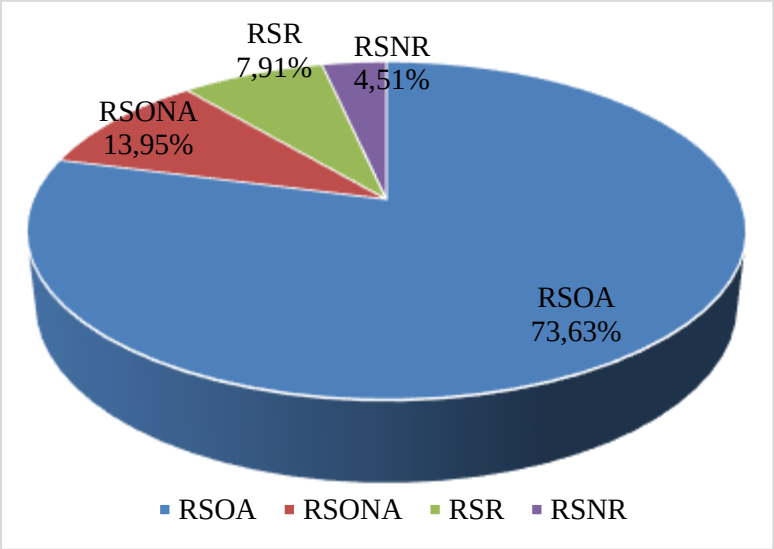
Caracterización de residuos sólidos del centro de acopio.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 3

Porcentaje de cada tipo de residuo generados en el centro de acopio.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los resultados de esta caracterización indican que el centro de acopio genera una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos, que pueden ser aprovechados para compostaje o para la producción de vermicompostaje. Sin embargo, también genera una cantidad significativa de residuos sólidos no aprovechables, que deben ser dispuestos de manera segura y controlada.

En la tabla numero 17 se observa los datos recolectados en las dos caracterizaciones ralizadas para el terminal de transporte de Pamplona.

Tabla 17

Caracterización de residuos sólidos en el terminal de transporte de Pamplona.

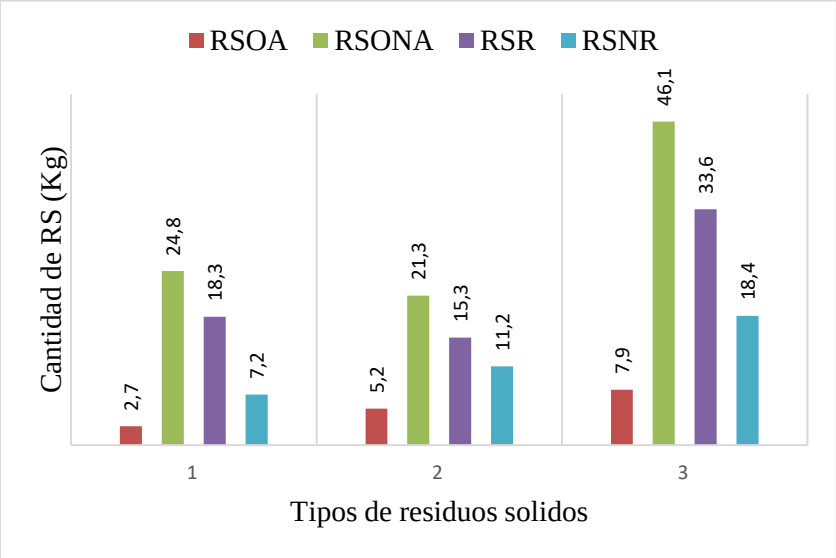
Dia	RSOA	RSONA	RSR	RSNR
1	2,7	24,8	18,3	7,2
2	5,2	21,3	15,3	11,2
Total	7,9	46,1	33,6	18,4

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los datos de los diagrmas 4 y 5 indican que los residuos sólidos generados en lel terminal de transporte de Pamplona están compuestos principalmente por residuos sólidos organicos no aprovechables (RSONA), que representan el 43,49 % del total de los residuos genrados en las dos caracterizaciones. Los residuos sólidos orgánicos (RSOA) representan el 7,45 % del total de los residuos Los residuos sólidos no orgánicos aprovechables (RSR) representan el 31,70 % del total de los residuos y los residuos sólidos no reciclables (RSNR) representan un 17,36 , estos ultimos residuos incluyen residuos sanitarios, residuos peligrosos, y residuos contaminados.

Diagrama 4

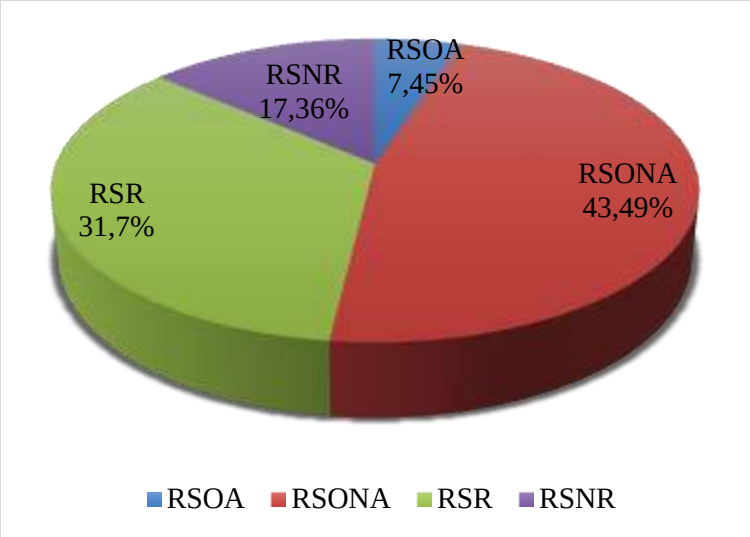
Caracterización de residuos sólidos terminal de transporte.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 5

Porcentaje de residuos sólidos en el terminal de transporte.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los resultados de las dos caracterizaciones indican que la terminal de transporte genera una gran cantidad de residuos sólidos organicos no aprovechables, que deben ser dispuestos de manera segura y controlada. Sin embargo, también genera una cantidad significativa de residuos sólidos reciclables que pueden ser aprovechados para reciclar o reutilizar.

En la tabla numero 18 se observa los datos recolectados en las dos caracterizaciones ralizadas para en la estación de policia de Pamplona.

Tabla 18

Caracterización de residuos sólidos en la estación de policía.

Dia	RSOA	RSONA	RSR	RSNR

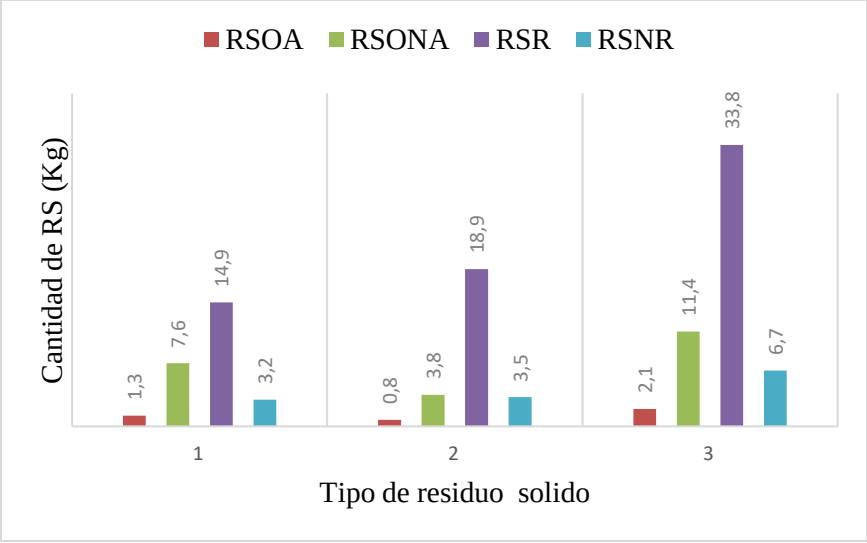
1	1,3	7,6	14,9	3,2
2	0,8	3,8	18,9	3,5
Total	2,1	11,4	33,8	6,7

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los datos de los diagramas 6 y 7 indican que los residuos sólidos generados en la estación de policía están compuestos principalmente por residuos sólidos reciclables (RSR), que representan el 62,59% del total de los residuos. Los residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSONA) representan el 21,11% del total de los residuos. Los residuos sólidos orgánicos aprovechables (RSOA) representan el 3,89% del total de los residuos y los residuos sólidos no reciclables (RSNR) representan el 12,41 % de todos los residuos generados.

Diagrama 6

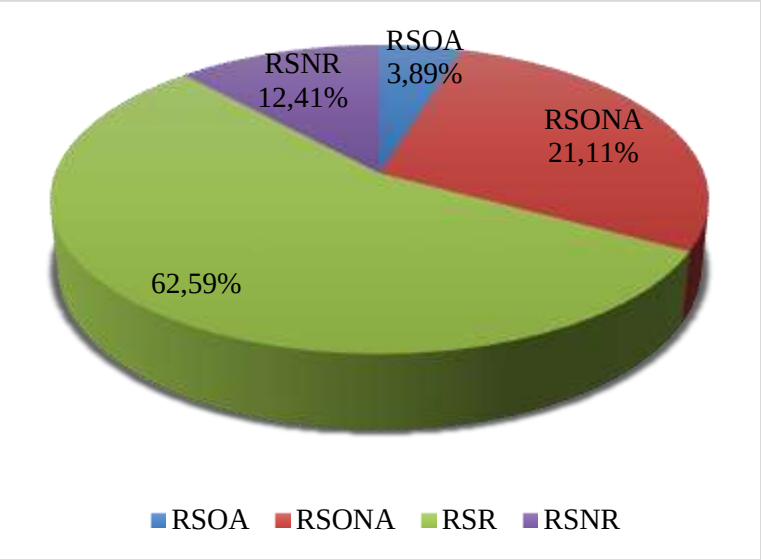
Caracterización de residuos sólidos en la estalación de policía.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 7

Porcentaje Residuos sólidos estación de policía.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los resultados de esta caracterización indican que la estación de policía genera una gran cantidad de residuos sólidos reciclables, sin embargo, también genera una cantidad significativa de residuos sólidos orgánicos no aprovechables, que deben ser dispuestos de manera segura y controlada

En la tabla numero 19 se observa los datos recolectados en las dos caracterizaciones ralizadas para en el INPEC de Pamplona.

Tabla 19

Caracterización de residuos sólidos en el INPEC

Dia	RSOA	RSONA	RSR	RSNR
1	24,3	60,78	45,32	6,6

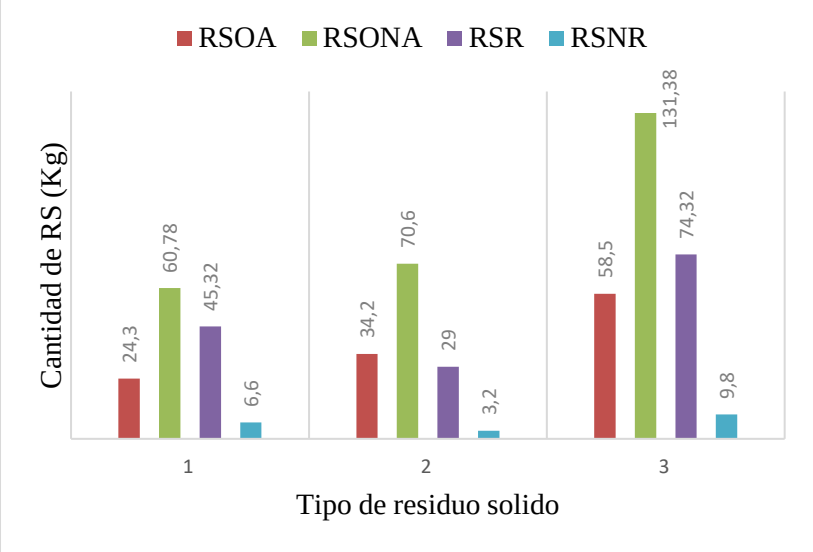
2	34,2	70,6	29	3,2
Total	58,5	131,38	74,32	9,8

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los datos de los diagramas 8 y 9 indican que los residuos sólidos generados en el INPEC están compuestos principalmente por residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSOA), que representan el 47,95% del total de los residuos, 21,35% de residuos solidos organicos aprovechables (RSOA), 27,12% de residuos solidos resiclables (RSR) y 3,58% de residuos solidos no reciclables (RSNR).

Diagrama 8

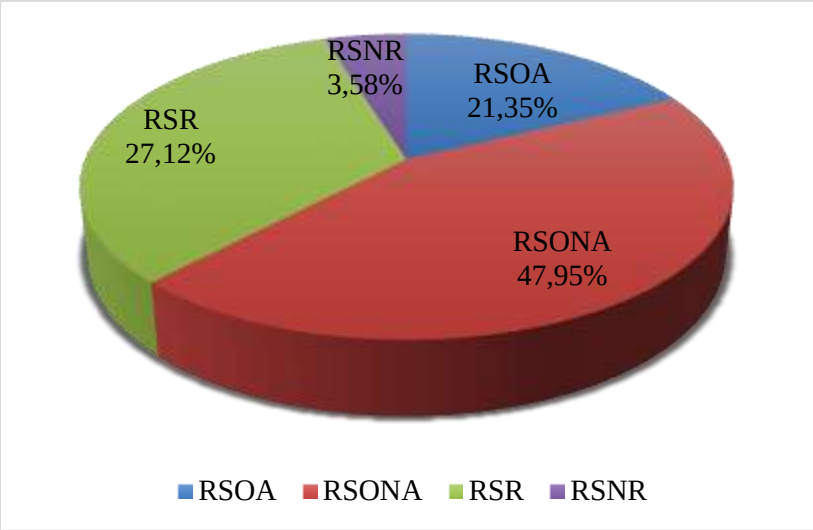
Caracterización de residuos sólidos en el INPEC.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 9

Porcentaje Residuos Sólidos INPEC.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los resultados de esta caracterización indican que el INPEC genera una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos, que pueden ser aprovechados para compostaje o vermicompostaje. Ademas, que tambien se generan una gran cantidad de residuos solidos reciclables que pueden ser aprovechados para reciclar o reutilizar.

En la tabla numero 20 se observa los datos recolectados en las dos caracterizaciones ralizadas para en el ISER de Pamplona.

Tabla 20

Caracterización de residuos sólidos en el ISER

Dia	RSOA	RSONA	RSR	RSNR
1	15,1	55,3	53	6,6
2	9,5	40	66,2	14,3

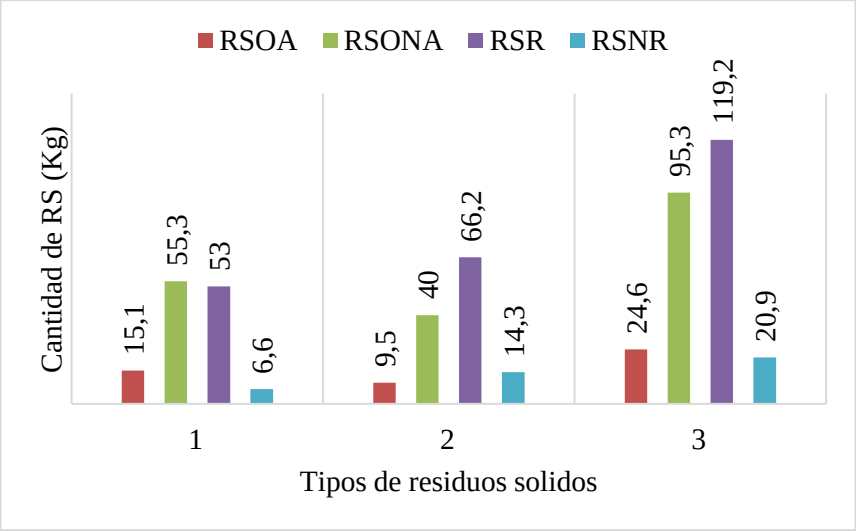
Total	24,6	95,3	119,2	20,9

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los datos de los diagramas 10 y 11 indican que los residuos sólidos generados en la institución educativa ISER están compuestos principalmente por residuos sólidos reciclables (RSR), que representan el 45,85% del total de los residuos, los residuos sólidos orgánicos no aprovechables (RSONA) representan el 36,65 % del total de los residuos, los residuos sólidos orgánicos aprovechables (RSOA) representan el 9,46 % y los residuos sólidos no reciclables (RSNR) representan el 8,04% del total de los residuos.

Diagrama 10

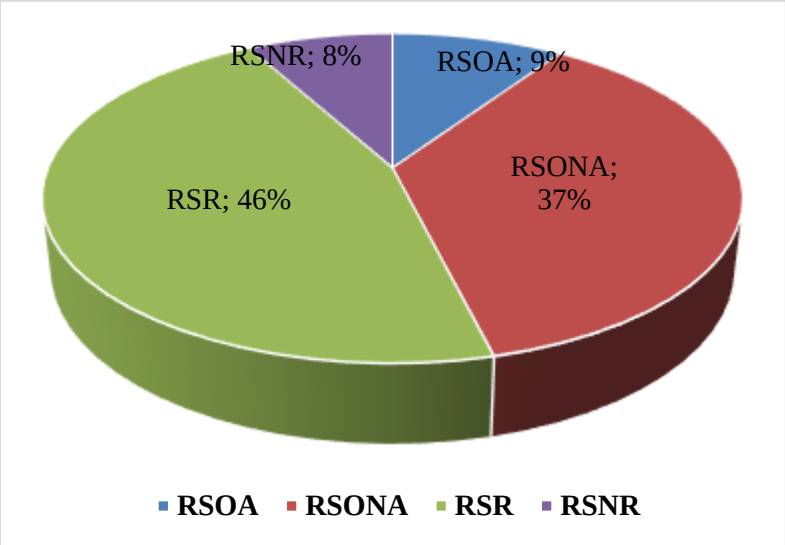
Caracterización de residuos sólidos en el ISER.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 11

Porcentaje Residuos Sólidos ISER.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Los resultados de esta caracterización indican que el ISER genera una gran cantidad de residuos de residuos sólidos reciclables que pueden ser aprovechados para reciclar o reutilizar ,además que también se generan una gran cantidad residuos sólidos orgánicos no aprovechables los cuales deben ser dispuestos de manera segura y controlada.

8.5 Lineamientos de tarifa a cobrar por generación de residuos sólidos en grandes productores.

Según la información obtenida en los aforos realizados en cada gran productor y el (Anexo 4) Formato FAS-16 v.01), se procedió a determinar el promedio semanal y el promedio mensual, este último multiplicando el factor de corrección según el tipo de productor de residuos sólidos por el promedio semanal en toneladas.

En las tabla 21 se evidencia el promedio semanal y mensual de residuos sólidos del centro de acopio, terminal de transporte, INPEC e ISER, en los cuales se utilizó un factor de corrección de 4,29 por ser grandes productores de residuos sólidos, en la estación de policía el factor de corrección fue de 4,34 por que el valor obtenido en los aforos evidencia que no alcanza a 1 tonelada de residuos sólidos mensuales.

Tabla 21

Promedio mensual con factor de corrección centro de acopio.

Usuario	**Peso (Ton) sem 1**	**Peso (Ton) sem 2**	**Peso (Ton) sem 3**	**Peso (Ton) sem 4**	**Promedio semanal**	**Promedio mensual**
Centro de acopio	5,09681	5,57679	5,30904	5,02845	5,2527725	22,53439403
Terminal de transporte	0,5507	0,61255	0,2526	0,48685	0,475675	2,04064575
Estación de policía	0,26025	0,1537	0,29914	0,22	0,2332725	1,01240265
INPEC	0,85107	0,99425	1,01535	1,11223	0,993225	4,26093525
ISER	0,77967	0,61621	0,89885	0,4799	0,6936575	2,975790675

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Luego de obtener los promedios mensuales de cada gran productor, se determinó el valor de aforo, el costo de recolección, transporte y disposición final son costos establecidos por la empresa prestadora de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

En la tabla 22 se observa la tarifa a cobrar por cada gran productor dependiendo de la cantidad de toneladas de residuos sólidos generados y el costo de recolección, transporte, disposición final y costo por aforo.

Tabla 22

Tarifa a cobrar de acuerdo con los residuos sólidos generados en cada gran productor.

Usuario	**Promedio mensual de residuos solidos**	**Costo por aforo**	**Valor de recolección y transporte por tonelada**	**Valor de disposición final por tonelada**	**Total**
Centro de acopio	22,53439403	$ 14.760	$ 65.300,00	$ 77.000,00	$3.221.404,27
Termina l de transpor	2,04064575	$ 11.480	$ 65.300,00	$ 77.000,00	$ 301.863,89

te					
Estación de policía	1,0124026 5	$ 11.480	$ 65.300,00	$ 77.000,00	$ 155.544,90
INPEC	4,2609352 5	$ 10.387	$ 65.300,00	$ 77.000,00	$ 616.717,75
ISER	2,9757906 75	$ 10.387	$ 65.300,00	$ 77.000,00	$433.841,68

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

8.6 Caracterización de los residuos sólidos orgánicos.

Con base en la información recolectada durante el proceso de caracterización de residuos sólidos, se llevó a cabo la caracterización de los residuos sólidos orgánicos aprovechables necesarios para realizar pruebas de abonos orgánicos. Para ello, se determinó que el centro de acopio es el principal generador de residuos sólidos orgánicos aprovechables. Se recolectó una muestra de 210 kilogramos para su caracterización, como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

Muestra de residuos sólidos orgánicos caracterizada.

Gran productor	Promedio de residuos Sólidos en la primera semana	Muestra (Kg)
Centro de acopio	459,460	210

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

De acuerdo a la muestra de residuos sólidos obtenida se llevó a cabo la separación y caracterización de los residuos que se utilizaron en el vermicompost y el compost orgánico, como se observa en la tabla 24.

Tabla 24

Tipo de residuo orgánico separado y caracterizado.

Elemento	RSOA (Kg)	RSONA (kg)	Total
Hojas verdes	26,4	3,9	30,3
Tallos	13,5	7,8	21,3
Raíces	14,1	6,2	20,3
Cascaras	15,2	8,9	24,1
Cítricos	-	48,2	48,2
Verduras y frutas completos	55,8	10	65,8
Total	125	36,8	210

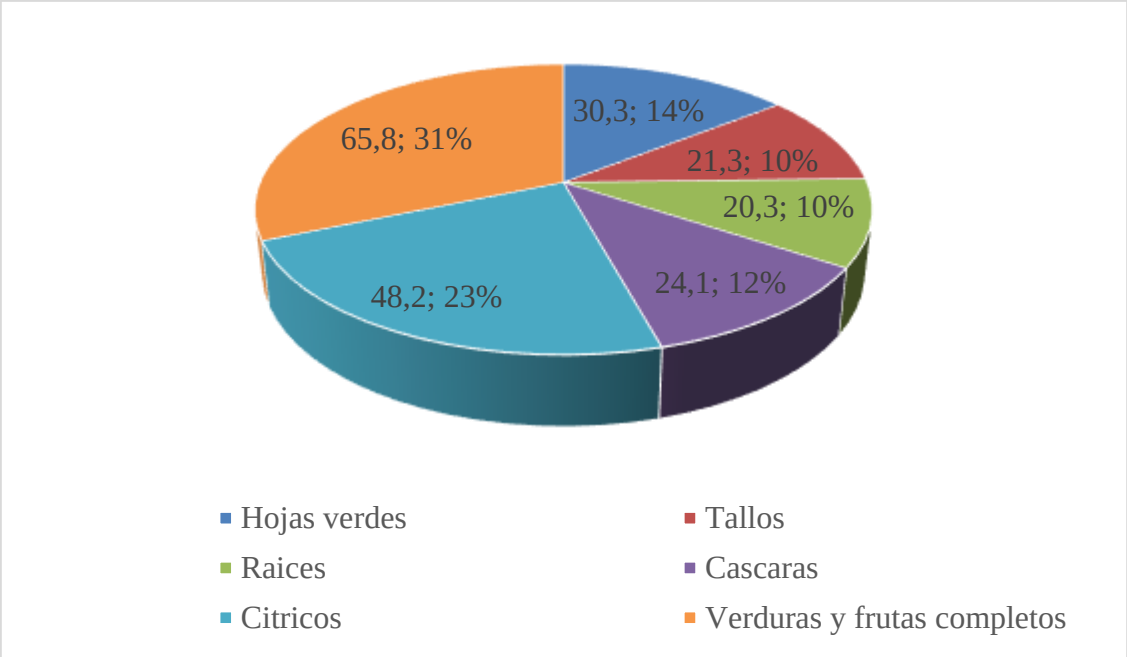
Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En el diagrama 12 se muestra el total de los elementos organicos que se separaron, siendo las verduras y frutas completas el mayor porcentaje de resdisuos solidos.

En el diagrama 15 esta la cantidad y porcentaje de residuos solidos organicos aprovechables para la realizacion de los obanos organicos.

Diagrama 12

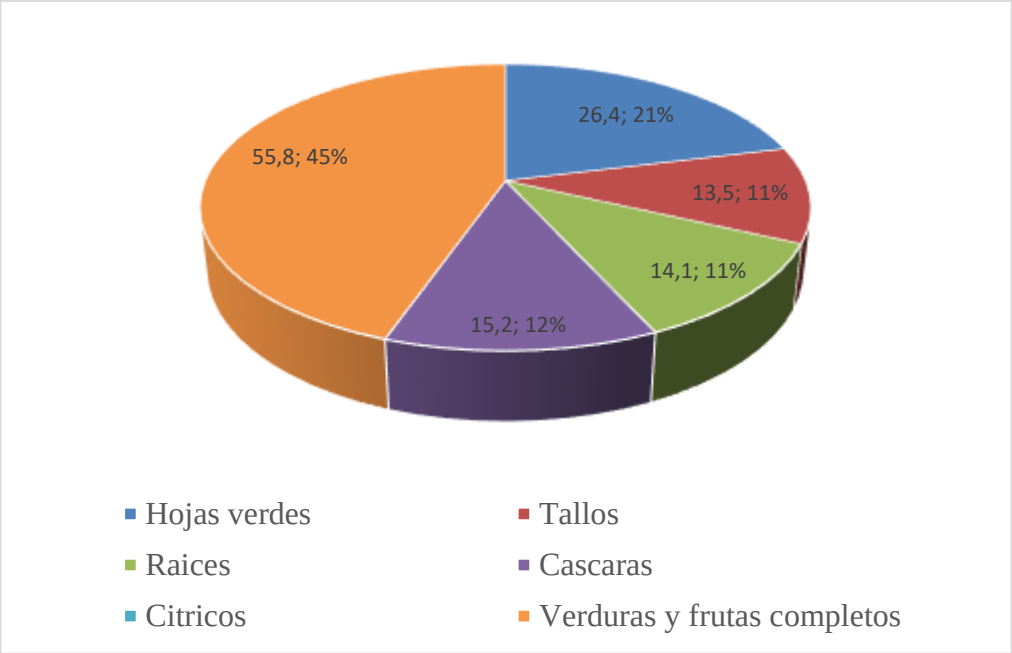
Total de residuos sólidos orgánicos.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Diagrama 13

Cantidad y porcentaje de residuos sólidos orgánicos utilizados en los abonos.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

8.7 Pruebas piloto de abonos orgánicos.

Para la producción de los abonos orgánicos y el fertilizante liquido orgánico se establecieron y adecuaron los lugares necesarios para cada prueba piloto.

Para el compost y el vermicompost se utilizó tierra a la cual se le realizo el análisis granulométrico en el laboratorio de suelos de la universidad de Pamplona y parámetros fisicoquímicos que se realizaron en el laboratorio de universidad Francisco de Paula Santander en la ciudad de Cúcuta (UFPS).

En la tabla 25 está el análisis granulométrico para una muestra de 492 gramos. El 99,19 % del suelo estudiado es arenas, por la tanto el suelo es arenoso.

Tabla 25

Análisis Granulométrico

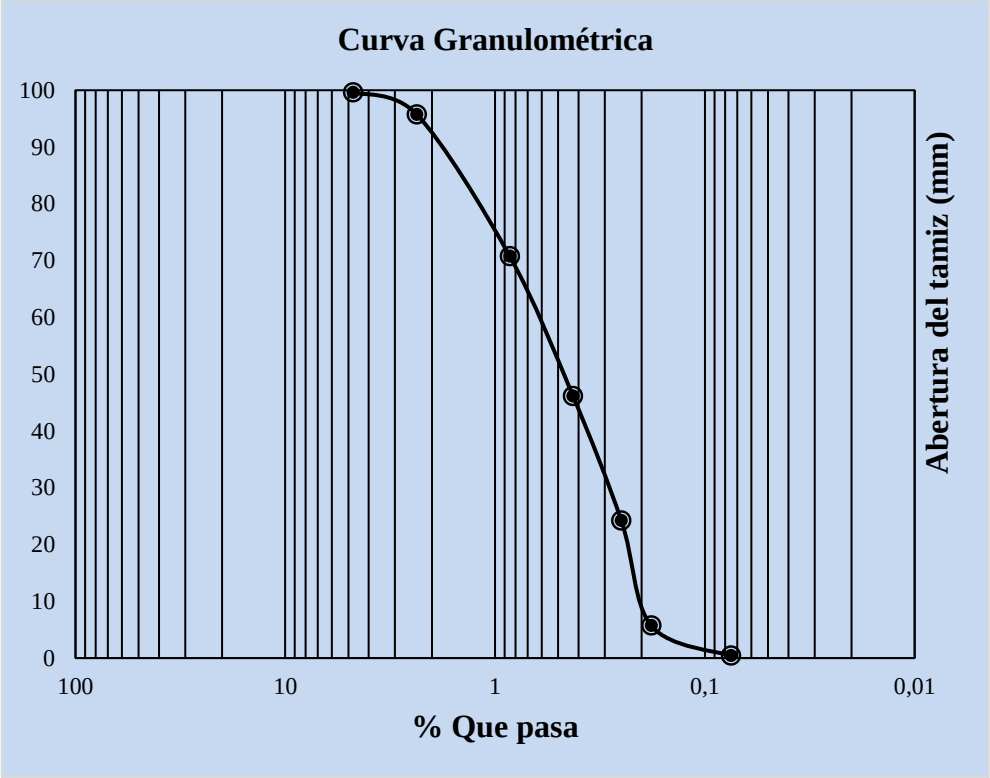
Peso Bandeja (g)	**Peso Bandeja con muestra (g)**	**Peso Muestra (g)**				
8	500	492				
No. Tamiz	**Abertura (mm)**	**Peso tamiz vacío (g)**	**Peso tamiz con muestra (g)**	**Peso retenido en cada tamiz (g)**	**% Peso retenido**	**% Que pasa**
						100
# 4	4,75	647	649	2	0,41	99,59
# 8	2,36	514	533	19	3,86	95,73
# 20	0,85	490	613	123	25,00	70,73
# 40	0,425	517	638	121	24,59	46,14
# 80	0,250	456	564	108	21,95	24,19
# 100	0,180	480	571	91	18,50	5,69
# 200	0,075	437	463	26	5,28	0,41
Base		388	389	1	0,20	0,20
Total Peso Retenido en los Tamices (g)				491	99,80	
% Gravas	0,41	**% Arenas**	99,19	**% Finos**	0,20	

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En el diagrama 14 se muestra la curva granulometrica para la muestra estudiada.

Diagrama 14

Curva Granulométrica muestra de tierra.

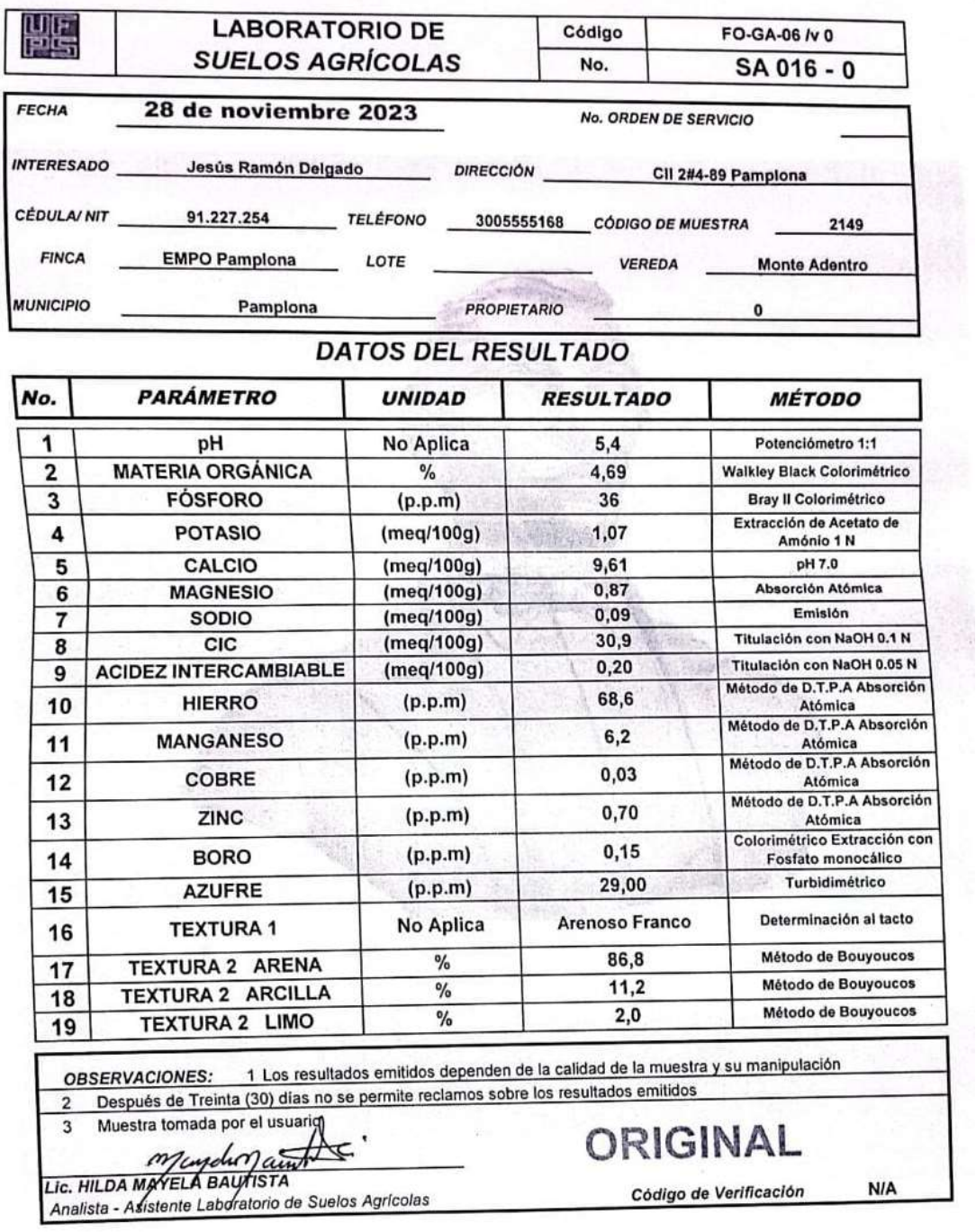


Nota. Fuente: Hernandez (2023).

El diagrama 15 establece los resultados del análisis de suelo de los parámetros fisicoquímicos entregados por el laboratorio de la universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) para la tierra utilizada en la elaboración del vermicompost y del compost.

Diagrama 15

Parámetros fisicoquímicos de tierra utilizada.



	LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS	Código	FO-GA-06 /v 0
		No.	SA 016 - 0

FECHA: 28 de noviembre 2023 — No. ORDEN DE SERVICIO:

INTERESADO: Jesús Ramón Delgado — DIRECCIÓN: Cll 2#4-89 Pamplona

CÉDULA/ NIT: 91.227.254 — TELÉFONO: 3005555168 — CÓDIGO DE MUESTRA: 2149

FINCA: EMPO Pamplona — LOTE: — VEREDA: Monte Adentro

MUNICIPIO: Pamplona — PROPIETARIO: 0

DATOS DEL RESULTADO

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	pH	No Aplica	5,4	Potenciómetro 1:1
2	MATERIA ORGÁNICA	%	4,69	Walkley Black Colorimétrico
3	FÓSFORO	(p.p.m)	36	Bray II Colorimétrico
4	POTASIO	(meq/100g)	1,07	Extracción de Acetato de Amónio 1 N
5	CALCIO	(meq/100g)	9,61	pH 7.0
6	MAGNESIO	(meq/100g)	0,87	Absorción Atómica
7	SODIO	(meq/100g)	0,09	Emisión
8	CIC	(meq/100g)	30,9	Titulación con NaOH 0.1 N
9	ACIDEZ INTERCAMBIABLE	(meq/100g)	0,20	Titulación con NaOH 0.05 N
10	HIERRO	(p.p.m)	68,6	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
11	MANGANESO	(p.p.m)	6,2	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
12	COBRE	(p.p.m)	0,03	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
13	ZINC	(p.p.m)	0,70	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
14	BORO	(p.p.m)	0,15	Colorimétrico Extracción con Fosfato monocálico
15	AZUFRE	(p.p.m)	29,00	Turbidimétrico
16	TEXTURA 1	No Aplica	Arenoso Franco	Determinación al tacto
17	TEXTURA 2 ARENA	%	86,8	Método de Bouyoucos
18	TEXTURA 2 ARCILLA	%	11,2	Método de Bouyoucos
19	TEXTURA 2 LIMO	%	2,0	Método de Bouyoucos

OBSERVACIONES: 1 Los resultados emitidos dependen de la calidad de la muestra y su manipulación
2 Después de Treinta (30) días no se permite reclamos sobre los resultados emitidos
3 Muestra tomada por el usuario

ORIGINAL

Lic. HILDA MAYELA BAUTISTA
Analista - Asistente Laboratorio de Suelos Agrícolas

Código de Verificación N/A

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Según el estudio de Santa María y otros (2022), un porcentaje de materia orgánica alto está por encima del 4%, un contenido de fósforo mayor a 14 ppm es adecuado y un contenido de potasio superior a 100 ppm es óptimo. En comparación con los resultados de los análisis realizados, el porcentaje de materia orgánica de este suelo es adecuado, el contenido de fósforo es alto y el contenido de potasio es bajo. El contenido de magnesio, sodio, cobre y zinc también es bajo. Este suelo es de tipo arenoso franco y tiene un nivel de CIC medio.

En la elaboracion de las pruebas piloto de abonos se utilizaron los insumos que se encuentran enunciados en la tabla 26, como tambien la cantidad y el valor de cada insumo ,para los analisis de laboratorios se especifica el valor dado en el laboratorio de mecanica de suelos y el laboratorio de control de calidad de la Universidad de Pamplona (UP),el laboratorio de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P y el laboratorio de suelos agricolas de la Universidad de Francisco de Paula Santander (UFPS).

Tabla 26

Presupuestos de elaboración de abonos orgánicos.

Presupuesto Compostaje

Insumo	Cantidad	Valor ($)
Análisis de laboratorio Suelo Composicional	1	$ 150.000
Fotocopias	50	$ 50.000
Mano de Obra (Pasante)	1 (Producción completa del abono).	$ 5.700.000

Mano de Obra (Auxiliar)	2 (Producción completa del abono).	$ 900.000
Asesoría tutor (Docente con magister)	1 (Producción completa del abono).	$ 1.500.000
Asesoría tutor (Docente con doctorado)	1 (Producción completa del abono).	$ 2.000.000
Recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos	3 transportes desde el punto de generación hasta al punto de realización del Vermicompost	$ 28.000
	Total	**$ 10.328.000**

Presupuesto Vermicompostaje

Insumo	**Cantidad**	**Valor ($)**
lombricomposta giratoria	Caneca plástica 55 galones	$ 50.000
	Base metálica	$ 150.000
	Recipiente recolector de lixiviado	$ 5.500
	1 metro de Varilla de acero	$ 15.000

	3 manijas	$ 4.500
	1 llave de paso plástica 1"	$ 8.000
	1 metro de tubo de 1"	$ 3.000
	3 bisagras de 3"	$ 4.500
Análisis de laboratorio lixiviado	2	$ 180.000
Análisis de laboratorio Suelo granulometría	1	$ 60.000
Análisis de laboratorio Suelo Composicional	1	$ 150.000
Fotocopias	50	$ 50.000
lombriz roja californiana	2 kilogramos	$ 14.000
Mano de Obra (Pasante)	1 (Producción completa del abono).	$ 5.700.000
Mano de Obra (Auxiliar)	2 (Producción completa del abono).	$ 900.000
Asesoría tutor (Docente con	1 (Producción completa del abono).	$ 1.500.000

magister)		
Asesoría tutor (Docente con doctorado)	1 (Producción completa del abono).	$ 2.000.000
Recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos	3 transportes desde el punto de generación hasta al punto de realización del Vermicompost	$ 28.000
	Total	**$ 10.822.500**

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

8.7.1 Producción de vermicompost

En la tabla 27 se muestran los valores medidos manualmente de pH, temperatura y humedad de la lombricomposta, desde el 12 de agosto de 2023 hasta el 3 de diciembre de 2023.

Tabla 27

Parámetros de medición manual del vermicompost.

Dia	pH	Temperatura (°C)	Humedad
12/08/2023	6,8	19	WET
15/08/2023	6,6	21	WET
18/08/2023	6,5	17	WET
21/08/2023	6,5	18	WET
24/08/2023	6	18	WET
27/08/2023	6,6	19	WET
30/08/2023	6,9	16	WET
2/09/2023	6,9	19	WET +
5/09/2023	6,9	19	WET +

8/09/2023	7	17	WET +
11/09/2023	6,9	19	WET
14/09/2023	6,9	19	WET
17/09/2023	6,9	19	WET
20/09/2023	6,9	19	WET
23/09/2023	6,9	19	WET
26/09/2023	6,9	19	WET
29/09/2023	6,9	19	WET
2/10/2023	6,9	19	WET
5/10/2023	6,9	18	WET
8/10/2023	6,9	18	WET
11/10/2023	6,9	18	WET
14/10/2023	6,9	17	WET
17/10/2023	6,9	17	WET
1/11/2023	6,9	19	WET
15/11/2023	6,9	18	WET
30/11/2023	6,9	19	WET
3/12/2023	6,9	18	WET
Promedio	**6,81**	**18,41**	**WET**

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Según Mona & Vivas (2019) los parametros adecuados de pH estan entre 6 y 7, la tempreatura adecuada esta entre 17 y 25 ° C y un porcentaje de humedad de 40 a 70 % , los valores de los parámetros de la lombricomposta fueron satisfactorios. El pH se mantuvo dentro del rango óptimo, la temperatura fue adecuada para el desarrollo de las lombrices y la humedad fue suficiente para mantener el proceso de descomposición.

En el diagrama 16 se encuentras los valores de los parámetros fisicoquímicos del vermicompost reportados por el laboratorio de suelos agrícolas de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS).

Diagrama 16

Parámetros Fisicoquímicos del vermicompost.

	LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS	Código	FO-GA-06 /v 0
		No.	SA 016 - 0

FECHA	28 de noviembre 2023			No. ORDEN DE SERVICIO	
INTERESADO	Jesús Ramón Delgado	DIRECCIÓN	Cll 2#4-89 Pamplona		
CÉDULA/ NIT	91.227.254	TELÉFONO	3005555168	CÓDIGO DE MUESTRA	2151
FINCA	EMPO Pamplona	LOTE		VEREDA	Monte Adentro
MUNICIPIO	Pamplona	PROPIETARIO			0

DATOS DEL RESULTADO

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	pH	No Aplica	7,0	Potenciómetro 1:1
2	MATERIA ORGÁNICA	%	6,6	Walkley Black Colorimétrico
3	FÓSFORO	(p.p.m)	249	Bray II Colorimétrico
4	POTASIO	(meq/100g)	10,01	Extracción de Acetato de Amônio 1 N
5	CALCIO	(meq/100g)	60,69	pH 7.0
6	MAGNESIO	(meq/100g)	5,99	Absorción Atómica
7	SODIO	(meq/100g)	2,90	Emisión
8	CIC	(meq/100g)	25,9	Titulación con NaOH 0.1 N
9	ACIDEZ INTERCAMBIABLE	(meq/100g)	xxx	Titulación con NaOH 0.05 N
10	HIERRO	(p.p.m)	36,5	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
11	MANGANESO	(p.p.m)	10,4	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
12	COBRE	(p.p.m)	2,4	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
13	ZINC	(p.p.m)	13,0	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
14	BORO	(p.p.m)	1,26	Colorimétrico Extracción con Fosfato monocálico
15	AZUFRE	(p.p.m)	175,30	Turbidimétrico
16	TEXTURA 1	No Aplica	Arenoso Franco	Determinación al tacto
17	TEXTURA 2 ARENA	%	84,8	Método de Bouyoucos
18	TEXTURA 2 ARCILLA	%	9,2	Método de Bouyoucos
19	TEXTURA 2 LIMO	%	6,0	Método de Bouyoucos

OBSERVACIONES: 1 Los resultados emitidos dependen de la calidad de la muestra y su manipulación
2 Después de Treinta (30) días no se permite reclamos sobre los resultados emitidos
3 Muestra tomada por el usuario

ORIGINAL

Lic. HILDA MAYELA BAUTISTA
Analista - Asistente Laboratorio de Suelos Agrícolas

Código de Verificación N/A

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Tabla 28

Comparación de los análisis fisicoquímicos con el índice de Cornell.

Parámetro	Unidad	Resultado	Rangos establecidos por Cornell	Índice de Calidad del Suelo de Cornell (CSQI)
pH	Unidad de pH	7	Adecuado (entre 6.5 y 8.5)	4
Materia orgánica	%	6,6	Muy alto (>4.5%)	5
Fosforo	(p.p.m)	249	Alto (>150 ppm)	5
Potasio	(meq/100g)	10,01	Muy alto (>4.0 meq/100g)	5
Calcio	(meq/100g)	60,69	Muy alto (>40 meq/100g)	5
Magnesio	(meq/100g)	5,99	Adecuado (2.0 - 10 meq/100g)	4
Sodio	(meq/100g)	2,9	Bajo (<15 meq/100g)	2
CIC	(meq/100g)	25,9	Muy alto (>25 meq/100g)	5
Acides intercambiable	(meq/100g)	xxx	-	
Hierro	(p.p.m)	36,5	Adecuado (2.5 - 50 ppm)	4
Manganeso	(p.p.m)	10,4	Adecuado (1.0 - 5.0 ppm)	5
Cobre	(p.p.m)	2,4	Adecuado (0.2 - 2.0 ppm)	5
Zinc	(p.p.m)	13	Adecuado (2.0 - 6.0 ppm)	5
Boro	(p.p.m)	1,26	Adecuado (0.5 - 2.0 ppm)	4
Azufre	(p.p.m)	175,3	Alto (>20 ppm)	5
Textura 1	No aplica	Arenoso Franco	Adecuado para la mayoría de los cultivos	4
Textura 2 Arena	%	84,8	-	-
Textura 2 Arcilla	%	9,2	-	-
Textura 2 Limo	%	6	-	-
CSQI				**4,78**

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En general los resultados de la tabla 28 en la comparacion del indece de Cornell el suelo está en buenas condiciones y tiene un alto potencial para la producción de cultivos, este indice de calidad de suelo nos indico que el vermicompost es de alta calidad.

Ademas según Rodríguez (2023), si el pH se encuentra dentro del rango óptimo de 5 a 8,4 siendo el pH mas optimo de 7, en este vermicompost se tiene un pH de 7 lo que indica que esta en el valor optimo.

La materia orgánica es alta, lo que indica que el vermicompost es rico en nutrientes, en el estudio de Valdivia & Joshua (2022), el resultado de materia organica fue de 4,012 % lo que indica que el vermicompost producido esta por encima de este valor y es un valor optimo para la mayoria de plantas.

El contenido de macronutrientes como lo son el fosforo, potasio, calcio y magnesio son adecuado para la mayoría de los cultivos. Los resultados de estos macronutrientes son 249 (p.p.m) , 10,01 (meq/100g), 60,69 (meq/100g) y 5,99 (meq/100g) respectivamente, este contenido es adecuado para la mayoria de las plantas.

El contenido de micronutrientes como hierro, manganeso, cobre, zinc y boro es adecuado y el contenido de sodio es bajo, lo que es positivo. En el (Anexo 5) se evidencia mediante fotografías el proceso que se llevó a cabo para la producción de 80 kg de vermicompost mediante los insumos que se encuentran anteriormente mencionados en el apartado 7.3.4 de la metodología.

8.7.2 Producción de fertilizante liquido orgánico.

Para la producción de fertilizante liquido orgánico fue obtenido mediante el lixiviado generado por el vermicompost, al cual se le hizo una recirculación de 3 veces, una en la primera semana de elaboración del compost, la segunda al 2 mes de elaboración y la última al 3 mes y medio, a este fertilizante se le realizaron 2 pruebas de laboratorio para determinar los valores físico-microbiológicos de este, en los laboratorios de la universidad de Pamplona y el laboratorio de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Se obtuvieron 3.125 litros de fertilizante líquido de lixiviado de lombriz, como se muestran en el (Anexo 6). La Tabla 29 presenta los resultados de las dos muestras realizadas al fertilizante líquido en el laboratorio de control de calidad de la Universidad de Pamplona (UP) y el laboratorio de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Tabla 29

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del fertilizante líquido y índice de calidad de suelo FAO.

Parámetro	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Interpretación	ICQ-FAO
pH	Unidad de pH	7,49	7,18	Adecuado (entre 6.5 y 8.5)	4
Dureza Total	mg/L CaCO3	18,2	16,3	Bajo (<50 mg/L CaCO3)	2
DQO	mg/L(ppm) O2	1120	345	Muy alto (>800 mg/L(ppm) O2)	3
Fosforo Total	mg/L(ppm)	26,28	39,8	Alto (>25 mg/L(ppm))	5
Fosfatos	mg/L(ppm)	80,67	91,87	Muy alto (>50 mg/L(ppm))	5
Nitrógeno	mg/L(ppm)	52	43	Adecuado (40 - 60 mg/L(ppm))	3
Nitratos	mg/L(ppm)	227	227	Muy alto (>200 mg/L(ppm))	5
Sodio	mg/L(ppm)	259,03	208,2	Muy alto (>200 mg/L(ppm))	5
Potasio	mg/L	123,46	138,6	Alto (>100 mg/L(ppm))	5
Carbono	mg/L	356,93	98,6	Muy alto (>200 mg/L(ppm))	3
Relación C/N	-	6,86	2,29	Adecuado (4 - 10)	4
Bacterias Coliformes Fecales	UFC/100 CM3	8,9	9,37	Adecuado (>5 UFC/100 CM3)	5
Bacterias Coliformes totales	UFC/100 CM3	5,4	7,45	Bajo (<10 UFC/100 CM3)	4
		ICQ-FAO			**4,076**

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En general, los resultados de la tabla en comparación con el índice de calidad del suelo de la FAO nos indica que el fertilizante liquido de lixiviado de lombriz roja californiana es de

calidad media, sin embargo, el pH, la dureza total y la DQO son adecuados para el crecimiento de las plantas.

El lixiviado presenta un pH ligeramente alcalino de 7,18, ideal para el crecimiento de las plantas. Contiene niveles óptimos de nutrientes esenciales como fósforo (39,8 mg/L), fosfatos (91,87 mg/L), nitrógeno (43 mg/L), nitratos (227 mg/L) y potasio (138,6 mg/L). La relación C/N de 2,29 indica un equilibrio adecuado entre carbono y nitrógeno, lo que favorece la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Mona Velazco & Vivas Diaz, 2019).

La dureza total del lixiviado es de 16,3 mg/L CaCO3. Este valor es bajo, lo que indica que el lixiviado es suave y no representa un riesgo de acumulación de sales en el suelo. La DQO del lixiviado final es de 345 mg/L. Delgado & Macas (2021) en su investigación indica el valor de dureza favorable es de < 50 mg/L , lo que indica que el lixiviado está dentro de los parámetros adecuados para cualquier tipo de planta.

El sodio del lixiviado es de 208,2 mg/L. Este valor es alto, pero no representa un riesgo para la salud de las plantas. El carbono del lixiviado es de 98,60 mg/L. Este valor es alto, lo que indica que el lixiviado contiene una gran cantidad de materia orgánica. Las coliformes fecales y totales tienen valores respectivamente bajos lo que no representa un daño posible para las plantas (Michelle, 2023). En general, el lixiviado de lombriz analizado es un biofertilizante de alta calidad con un buen balance de nutrientes y baja presencia de patógenos.

8.7.3 Producción de compost

En la tabla 30 se encuentran los días en que se realizó la medición de PH, temperatura y humedad de la pila de compost.

Tabla 30

Parámetros de medición manual del compost. Parámetros fisicoquímicos del Compost.

Dia	pH	Temperatura °C	Humedad
4/09/2023	6,7	17	WET
11/09/2023	7	25	WET
18/09/2023	7,2	40,3	WET
25/09/2023	6,9	45	WET +
2/10/2023	7	65	WET +
9/10/2023	7,1	73	WET +
16/10/2023	7,3	27	WET
23/10/2023	7,1	17	WET
30/10/2023	6,9	18	WET
6/11/2023	7,1	17	WET
13/11/2023	7,1	18	WET
20/11/2023	7,3	18	WET
27/11/2023	7,2	18	WET
3/12/2023	7,2	18	WET
Promedio	**7,078571429**	**29,73571429**	WET

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En esta tabla 29 se puede observar que la etapa mesofílica está comprendida entre el 4 de septiembre y el 25 de septiembre, ya que es donde la temperatura aumenta hasta los 45 grados celcios , en esta etapa los compuestos solubles como los azucares y almidones son

descompuestos .La etapa termofílica alcanzo una temperatura de 73 grados celcios, la cual comprendido una duración de 15 días para llegar a su punto más elevado , en esta etapa la temperatura aumenta gracias a la actividad metabólica de los microrganismos termófilos, los cuales descomponen compuestos más complejos que los solubles, esta etapa es la más importante del proceso de compostaje ya que ayuda a eliminar los m microrganismos, patógenos y semillas, además que se mineralizan los nutrientes de dicha pila (Santana, 2019).

La etapa de enfriamiento o etapa mesofílica II empieza desde el día 23 de octubre, en esta etapa la temperatura empieza a descender para que los microorganismos mesofílicos continúen con el proceso de degradación de la materia orgánica, en esta etapa empieza a oler a tierra.

Como producto final se obtuvo 80 kilogramos de compost de buena calidad, en el (Anexo 7) se evidencia el proceso que se llevó a cabo para la producción de 80 kg de compost mediante los insumos que se encuentran anteriormente mencionados en el apartado 7.4.3 (tabla 4) de la metodología .

En le diagrama 17 se evidencian los resultados de los análisis fisicoquímicos del compost, realizados en la universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta (UFPS)

Diagrama 17

Parámetros fisicoquímicos del Compost.

	LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS	Código	FO-GA-06 /v 0
		No.	SA 016 - 0

FECHA	28 de noviembre 2023			No. ORDEN DE SERVICIO	
INTERESADO	Jesús Ramón Delgado			DIRECCIÓN	Cll 2#4-89 Pamplona
CÉDULA/ NIT	91.227.254	TELÉFONO	3005555168	CÓDIGO DE MUESTRA	2150
FINCA	EMPO Pamplona	LOTE		VEREDA	Monte Adentro
MUNICIPIO	Pamplona			PROPIETARIO	0

DATOS DEL RESULTADO

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
1	pH	No Aplica	7,2	Potenciómetro 1:1
2	MATERIA ORGÁNICA	%	6,5	Walkley Black Colorimétrico
3	FÓSFORO	(p.p.m)	178	Bray II Colorimétrico
4	POTASIO	(meq/100g)	6,85	Extracción de Acetato de Amónio 1 N
5	CALCIO	(meq/100g)	61,69	pH 7.0
6	MAGNESIO	(meq/100g)	3,94	Absorción Atómica
7	SODIO	(meq/100g)	1,96	Emisión
8	CIC	(meq/100g)	28,6	Titulación con NaOH 0.1 N
9	ACIDEZ INTERCAMBIABLE	(meq/100g)	xxx	Titulación con NaOH 0.05 N
10	HIERRO	(p.p.m)	39,9	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
11	MANGANESO	(p.p.m)	11,9	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
12	COBRE	(p.p.m)	2,2	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
13	ZINC	(p.p.m)	10,7	Método de D.T.P.A Absorción Atómica
14	BORO	(p.p.m)	0,82	Colorimétrico Extracción con Fosfato monocálico
15	AZUFRE	(p.p.m)	173,20	Turbidimétrico
16	TEXTURA 1	No Aplica	Arenoso Franco	Determinación al tacto
17	TEXTURA 2 ARENA	%	84,8	Método de Bouyoucos
18	TEXTURA 2 ARCILLA	%	13,2	Método de Bouyoucos
19	TEXTURA 2 LIMO	%	2,0	Método de Bouyoucos

OBSERVACIONES: 1 Los resultados emitidos dependen de la calidad de la muestra y su manipulación
2 Después de Treinta (30) días no se permite reclamos sobre los resultados emitidos
3 Muestra tomada por el usuario

ORIGINAL

Lic. HILDA MAYELA BAUTISTA
Analista - Asistente Laboratorio de Suelos Agrícolas

Código de Verificación N/A

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Tabla 31

Comparación de los análisis fisicoquímicos con el índice de Cornell.

Parámetro	Unidad	Resultado	Rangos establecidos por Cornell	Índice de Calidad del Suelo de Cornell (CSQI)
pH	Unidad de pH	7,2	Adecuado (entre 6.5 y 8.5)	4
Materia organica	%	6,5	Muy alto (>4.5%)	5
Fosforo	(p.p.m)	178	Alto (>150 ppm)	5
Potasio	(meq/100g)	6,85	Muy alto (>4.0 meq/100g)	5
Calcio	(meq/100g)	61,69	Muy alto (>40 meq/100g)	5
Magnesio	(meq/100g)	3,94	Adecuado (2.0 - 10 meq/100g)	4
Sodio	(meq/100g)	1,96	Bajo (<15 meq/100g)	2
CIC	(meq/100g)	28,6	Muy alto (>25 meq/100g)	5
Acides intercambiable	(meq/100g)	xxx	-	
Hierro	(p.p.m)	39,9	Adecuado (2.5 - 50 ppm)	4
Manganeso	(p.p.m)	11,9	Adecuado (1.0 - 5.0 ppm)	5
Cobre	(p.p.m)	2,2	Adecuado (0.2 - 2.0 ppm)	4
Zinc	(p.p.m)	10,7	Adecuado (2.0 - 6.0 ppm)	5
Boro	(p.p.m)	0,82	Adecuado (0.5 - 2.0 ppm)	4
Azufre	(p.p.m)	173,2	Alto (>20 ppm)	5
Textura 1	No aplica	Arenoso Franco	Adecuado para la mayoría de los cultivos	4
Textura 2 Arena	%	84,8	-	-
Textura 2 Arcilla	%	13,2	-	-
Textura 2 Limo	%	2	-	-
CSQI				**4,71**

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En general los resultados de la tabla en la comparación del índice de Cornell el suelo está en buenas condiciones y tiene un alto potencial para la producción de cultivos, este índice de calidad de suelo nos indicó que el compost es de alta calidad.

Los resultados del análisis del pH indican que el compost es ligeramente alcalino, con un valor de 7,2. El pH óptimo para el compost se encuentra entre 6,5 y 7,5, por lo que este valor se encuentra dentro del rango ideal.

Para tener una mejor perspectiva, se realizó una revisión de estudios sobre el pH del compost en Latinoamérica. En el estudio "Efectividad del método Takakura en la elaboración de compost con otros métodos de compost en Latinoamérica: revisión sistemática, 2014 – 2022" (Maza Sosa, 2022), el pH promedio fue de 7,23, lo que también indica un ligero carácter alcalino. En la tesis "Evaluación de la calidad del compost en base a los residuos orgánicos y estiércol en la comunidad de Apacheta – Ilave 2022" (Flores, 2023), realizada en Lima, Perú, el pH promedio del compost fue de 7,18, un valor similar a los encontrados en otros estudios.

El contenido de materia orgánica de este compost fue de 6,5%, lo que es un valor alto ya que la materia orgánica es un componente importante del compost. Proporciona nutrientes a las plantas y ayuda a mejorar la estructura del suelo. Según los antecedentes de la tesis de Aranibar & Garcia (2023) un contenido adecuado de materia orgánica debe estar por encima de 3,85%.

El , fosforo, potasio, calcio y magnesio son macronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, desarrollando su estructura fuerte, resistente con mejores flores y frutos.

Según Martínez (2012) En cuanto a fósforo, el rango de valores reportados en la literatura científica es de 20 a 200 ppm. El valor de 178 ppm de este compost e es superior a la

mayoría de los valores reportados, lo que lo convierte en un buen fertilizante para plantas que requieren altos niveles de fósforo, como las hortalizas de hoja verde.

En el “Manual de buenas prácticas para la elaboración de abonos orgánicos” de Enríquez (2018) El potasio necesario para las plantas es de al menos 120 ppm, El valor representado para este compost fue de 175,1 ,esto significa que el compost es un buen fertilizante para plantas que requieren niveles medios de potasio, como las hortalizas de raíces y bulbos

El contenido de calcio en el compost es de 61,69 meq/100g, un valor considerablemente alto. El contenido de magnesio, por otro lado, es de 11,9 meq/100g, también un valor elevado. Al compararlo con la tesis "Propuesta de restauración de suelos degradados mediante el uso de abonos orgánicos en la vereda Monteadentro municipio de Pamplona" (Cardenas M, 2022), se observa que este compost presenta niveles superiores de calcio y magnesio, esto indica que el compost es un excelente fertilizante para plantas que requieren altos niveles de calcio, como las hortalizas de hoja verde, los tomates, los pimientos y los cítricos.

Los micronutrientes son nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, pero se necesitan en cantidades mucho menores que los macronutrientes. El contenido de hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y azufre de este compost es aceptable. Sin embargo, el contenido de sodio de este compost es de 1,96 meq/100 g, lo que es un valor bajo.

El CIC representa un indicador de la capacidad del suelo para retener nutrientes. El CIC de este compost es de 28,6 meq/100 g, lo que es un valor alto.

8.7.4 Comparación costo- beneficio según el abono orgánico compost y vermicompost con el valor de la tarifa de cobro.

En la tabla 32 se encuentran los criterios para la comparación del costo- beneficio según el abono orgánico compost y vermicompost con el valor de la tarifa de cobro.

Tabla 32

Comparación costo beneficio.

Criterio	Compost	Vermicompost
Costo de producción	$ 10.328.000	$ 10.822.500
Precio por kilogramo	$ 13.000	$ 15.000
Precio de producción	$ 1.040.000	$ 1.200.000
Eficiencia	Alta	Alta
Facilidad de uso	Media	Alta
Tiempo de procesamiento	3-6 meses	3-4 meses
Nutrientes	Contiene una variedad de nutrientes	Contiene una mayor concentración de nutrientes
Escala	Adecuado para pequeña y gran escala	Adecuado para pequeña y gran escala
Rentabilidad a gran escala	Puede ser menos rentable que el vermicompost aje	Puede ser más rentable que el compostaje tradicional

Nota. Fuente: Hernandez (2023).

En general se pudo evidenciar que el costo de producción del compost y vermicompost varía según la materia prima, el proceso utilizado y la escala de producción. Estos abonos tienen un presupuesto de $ 10.328.000 y $ 10.822.500 respectivamente.

Los costos mensuales según los aforos realizados por recolección, transporte y disposición final en el centro de acopio, terminal de transporte de Pamplona, estación de policía, INPEC e ISER son $3.221.404,27, $ 301.863,89, $ 155.544,90, $ 616.717,75 y $433.841,68 respectivamente. Estas tarifas son menores en comparación con los costos por producción de los abonos orgánicos.

Si bien el compostaje y el vermicompostaje pueden parecer opciones más costosas que la tarifa de cobro, a gran escala, la realidad es otra. Al aumentar el volumen de procesamiento, la tarifa por tonelada disminuye considerablemente, generando un ahorro significativo a largo plazo. Más allá del factor económico, el aprovechamiento orgánico a gran escala trae consigo una serie de beneficios ambientales de gran impacto:

El compost y vermicompost enriquecen el suelo con materia orgánica, incrementando su capacidad de retención de agua, aireación y fertilidad. Esto se traduce en un suelo más saludable y productivo, ideal para la agricultura y jardinería.

Al ser ricos en nutrientes esenciales para las plantas, el compost y vermicompost disminuyen la necesidad de comprar fertilizantes químicos. Esto representa un ahorro económico para los agricultores y jardineros, a la vez que se minimiza el impacto ambiental negativo asociado a la producción y uso de fertilizantes químicos.

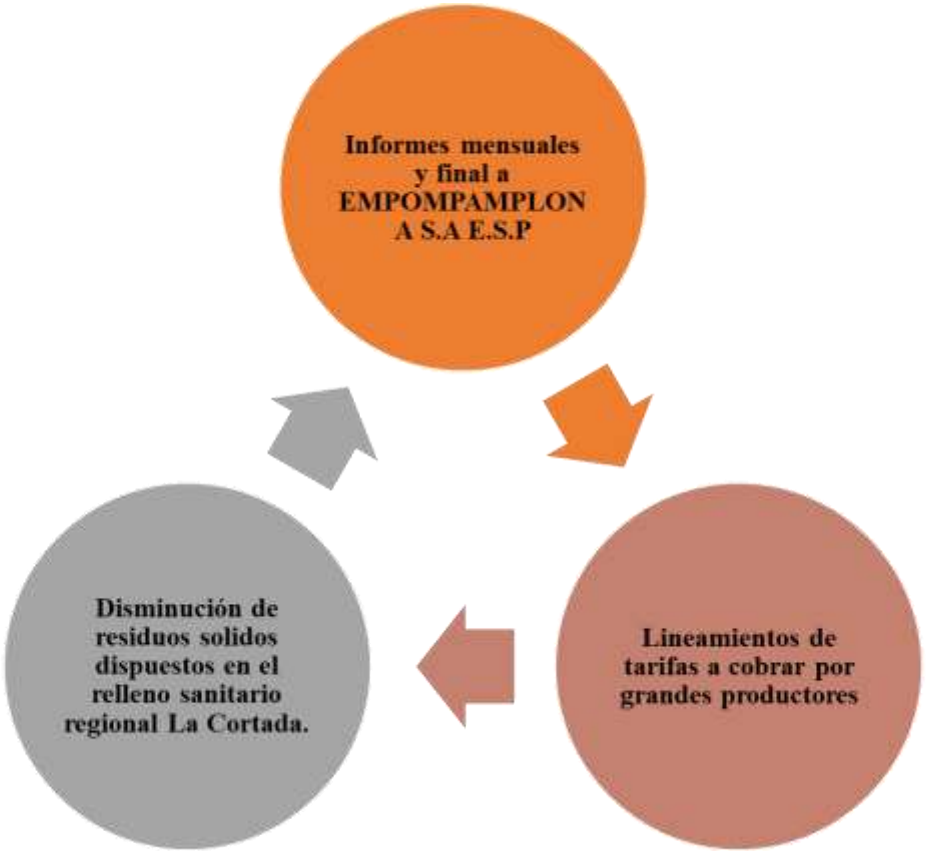
El compostaje y vermicompostaje desvían una gran cantidad de residuos orgánicos de los rellenos sanitarios, contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental y la emisión de gases de efecto invernadero.

8.8 Impactos generados

El proyecto genero los impactos dados en el diagrama 18

Diagrama 18

Impactos generados en el proyecto.



Nota. Fuente: Hernandez (2023).

Capitulo V

9. Otras actividades.

En la empresa prestadora del servicio público EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P , se realizaron otras actividades además de las anteriormente mencionadas, estas actividades consistieron en el acompañamiento de visitas técnicas y charlas ambientales en el relleno sanitario regional la cortada, como se evidencia en la fotografía.

Fotografía 12

Acompañamiento de charlas en el relleno sanitario regional la cortada.



Fuente: Gómez, 2023

También se llevó a cabo jornadas de capacitación acerca del proceso de vermicompost aje y compostaje en el batallón de Pamplona con acompañamiento del instituto superior de educación rural (ISER) como se evidencia en las fotografías

Fotografía 13

Capacitación vermicompostaje y compostaje.



Fuente: Jiménez, 2023

Se llevaron a cabo jornadas internas de capacitaciones y charlas ambientales en la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. como se puede evindenciar en lasfotografias 18.

Fotografía 14

Capacitaciones y charlas ambientales.



Fuente: Jiménez, 2023

También se llevaron a cabo jornadas de revisión e inspección de las redes de alcantarillado de la ciudad con el personal de obras de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. como se puede observar en las fotorafias 19

Fotografía 15

Inspección en redes de alcantarillado sanitario.







Fuente: Rivera, 2023

10. Conclusiones

Se concluyo que los cinco grandes productores que se analizaron no cuentan con un programa de separación, caracterización, aprovechamiento ni pesaje de los residuos sólidos que se generan en cada lugar.

El productor de mayor cantidad de residuos sólidos fue el centro de acopio de Pamplona, generando cerca de 22 toneladas de estos, las cuales se disponen sin ningún proceso de aprovechamiento ni clasificación el relleno sanitario regional La Cortada. Cerca del El 80 % de estos residuos son residuos sólidos orgánicos aprovechables

Las tarifas de cobro por cada gran productor aumentan considerablemente por la cantidad residuos sólidos de cada generador respectivamente, es por ello que si se aprovechan los residuos sólidos orgánicos a gran escala en producción de abonos disminuirían estos costos por disposición.

Los resultados de los análisis del compost y vermicompost indican que son de buena calidad. El pH, la materia orgánica y los nutrientes esenciales se encuentran dentro de los rangos óptimos para la mayoría de las plantas. Sin embargo, el contenido de sodio del compost es un poco alto, si se utiliza este compost para cultivar plantas sensibles al sodio, es posible que sea necesario reducir la cantidad de compost que se aplica.

En general, los resultados del fertilizante liquido de lixiviado de lombriz roja californiana es de buena calidad. El pH, la dureza total y la DQO son adecuados para el crecimiento de las plantas. Los niveles de fósforo, nitrógeno y potasio son también adecuados. Los niveles de coliformes totales y fecales son bajos, lo que indica que el lixiviado no representa un riesgo de contaminación fecal.

11. Recomendaciones

Se recomienda a los cinco grandes productores empezar a adoptar medidas de separación, clasificación, y aprovechamiento de los residuos sólidos y los residuos sólidos orgánicos, con el fin de disminuir la cantidad de residuos sólidos que están siendo depositados actualmente en el relleno sanitario regional la cortada, y además también se reducirían los gastos por desechar estos residuos.

Se recomienda adoptar medidas de aprovechamiento de residuo solidos orgánicos mediante compost o vermicompost, con el fin de producir abonos orgánicos.

Se recomienda realizar aforos de forma anual para determinar la tarifa de cobro por recolección, transporte y disposición de residuos solidos en el relleno sanitario regional La Cortada.

Implementar programas de educación ambiental para concienciar a la población sobre los beneficios de estas prácticas.

Referencias

Aranibar Huerta, F., & Garcia Polloyqueri, B. (2023). Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13432/2/IV_FIN_107_TE_Aranibar_Garcia_2023.pdf

DE LA TORRE , J., VARGAS , Y., & ANGULO , C. (2019). Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/f69bde26-3e3c-44f7-9bea-f478afd62624/content

Hurtado Granja, D., & Batioja, S. (2022). Ciencia Latina Revista Cientifica Multidisciplinar. Obtenido de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1940

Klammsteiner , T., Zhou, Y., Xiao, R., Kong, X., Yan, B., Mihai, F.-C., . . . Awasthi a, M. (2022). Sciencedirect. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852422009208

MOSTACCIO, A., & EDELÉNYI, A. (2023). Obtenido de https://bard.google.com/chat/df47ff4a071e1ea3

Santa María , J., Luis Eduardo Oré Cierto , L., Vertiz Osores , J., Mendez Ilizarbe , G., Mercado Marrufo , C., Garcia Curo , G., & Diaz Dumont , J. (2022). Boletín de Malariología y Salud Ambiental. Obtenido de http://www.iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/485/675#

Valdivia, P., & Joshua , J. (2022). Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106774/Pilpe_VJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Liu , L., Gu, X., Gou, J., & Wang, M. (20 de Sep de 2023). Obtenido de https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1238663/full

Bartra Gómez, J., & Delgado Bardales, J. (Diciembre de 2020). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. Obtenido de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/135/129/

Cardenas, M. C. (16 de Octubre de 2020). Las oportunidades en el aprovechamiento de residuos sólidos en la Escuela. SEXTANTE, págs. 55-61.

Celis, G. M. (2018). Obtenido de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5597/1/Bustos_2018_TG.pdf

Chandran, R. (20 de junio de 2019). REUTERS. Obtenido de https://www.reuters.com/article/us-southeast-asia-environment-lawmaking-idUSKCN1TL21W

Chávez, Y. A. (2021). Obtenido de https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/2494/INFR%20FINAL%20YURANNY%20ASPRILLA%20CHAVEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORPONOR. (2018). Obtenido de https://corponor.gov.co/e/images/Tercera_Edici%C3%B3n_Gaceta.pdf

CRA. (2021). COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0943_2021.htm

Delgado, J., & Macas, P. (2021). Obtenido de http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/353/1/PRODUCCI%c3%93N%20DE%20HUMUS%20DE%20LOMBRIZ%20ROJA%20CALIFORNIANA.pdf

Diaz, M. M. (2022). PROPUESTA DE RESTAURACION DE SUELO MEDIANTE BOKASHI. 87.

Diaz, M. M. (2022). Propuesta de restauración de suelos degradados mediante el uso de abonos orgánicos en la vereda Monteadentro municipio de Pamplona. Pamplona.

Enríquez, G. A. (2018). Obtenido de https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/20083/BVE22048488e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FLOREZ, M. A. (2023). Obtenido de http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/650/Manuel_Abdon_BUTR%c3%93N_FLOREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fonseca, A. P. (2023). Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/85054/1012413937.2023.pdf?sequence=2&isAllowed=y

García, A. I., & Gutiérrez, I. A. (Julio de 2021). Obtenido de https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/742/896

Herrera Donayre, K., & Palomino Tito, O. (2021). Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69805/Herrera_DKL-Palomino_TOI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IER San Miguel. (2023). Obtenido de http://www.enjambre.gov.co/enjambre/file/download/190424984

Kallio, S. (2023). Obtenido de https://www.evalacademy.com/articles/finding-the-right-sample-size-the-hard-way

Katiyar, R., Sundaramurthy, S., Kumar Sharma, A., Ayub, R., & Hun Jeon, B. (2023). Obtenido de https://www.mdpi.com/2071-1050/15/20/14701

Ley 142 . (1994). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=2752

Martínez, V. M. (2012). Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8608/victormanuelnavajasmartinez.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maza Sosa, J. (2022). Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104937/Maza_SJD%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Michelle, C. B. (2023). Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5746/1/Chancay%20Bacilio%20Nohelia%20Michelle.pdf

MINAMBIENTE. (Noviembre de 2019). Ministerio de Ambiente de Peru. Obtenido de Ministerio de Ambiente de Peru: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020__1_.pdf

MinAmbiente. (29 de Abril de 2021). Gestor normativo-CRA. Obtenido de Gestor normativo-CRA: https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0943_2021.htm

MINAMBIENTE. (2022). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/el-suelo-recurso-clave-para-el-desarrollo-de-las-actividades-humanas/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). Obtenido de https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/Doc%20Orlando/Anexo_1_Actividades_Agr%C3%ADcolas.pdf#search=Buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20compost

Mona Velazco, D., & Vivas Diaz, A. (2019). Obtenido de https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/958b5692-4477-4431-a7ea-cf6d18b2e471/content

Peñaloza, K. Y. (2021). Obtenido de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/24317/1/PenalozaKaren_2021_AprovechamientoResiduosOrganicos.pdf

PGIRS . (2017). Obtenido de https://emab.gov.co/wp-content/uploads/2017/02/PGIRS.pdf

Pillpe Valdivia, J. (2022). Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106774/Pilpe_VJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Plácido Juárez, L., Torres Guevara, F., Yáñez Muñoz, R., Terrazas Gómez, M., & Morales Morales, H. (2021). Obtenido de https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/369/533

Prada, L. K. (2018). Obtenido de https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/2409/1650444.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Regan, M. S. (15 de Noviembre de 2021). EPA. Obtenido de EPA: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/spanish-version_final-national-recycling-strategy-es.pdf

Rivas, C. A. (17 de OCTUBRE de 2018). MINAMBIENTE. Obtenido de MINAMBIENTE: https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx#:~:text=GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS,posibilidades%20de%20aprovechamiento%20y%20comercializaci%C

Rodríguez, L. E. (2023). Obtenido de https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/8205/1/RI007357.pdf

Sánchez, D. M. (2019). Obtenido de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/2885/1/Albarrac%c3%adn_2019_TG.pdf

Santana, W. B. (2019). Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=libros

Secretaria de Ambiente de Bogotá. (18 de Mayo de 2021). Observatorio Ambiental de Bogotá. Obtenido de Observatorio Ambiental de Bogotá: https://oab.ambientebogota.gov.co/secretaria-de-ambiente-recuerda-la-importancia-de-separar-residuos-y-aprovecharlos/#:~:text=La%20adecuada%20disposici%C3%B3n%20de%20residuos,el%20suelo%20y%20el%20agua.

Secretaria Distrital de Habitad. (Marzo de 2021). ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Obtenido de https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/20210420_Modelo_de_aprovechamiento.pdf

Universidad Nacional de Colombia. (2019). Obtenido de https://medellin.unal.edu.co/noticias/2729-la-planta-de-compostaje-alternativa-sostenible-para-hacer-de-un-problema-una-oportunidad.html

Anexos

Anexo 1

Encuesta aplicada

ENCUESTA
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
2023

Gracias por participar en esta encuesta sobre residuos sólidos generados por grandes productores. Tu opinión es muy valiosa para comprender mejor la gestión de residuos en este sector. Esta encuesta se realizará para uso interno de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. y fines académicos.

Fecha:_____

Nombre: _____

Punto de generación: _____

Por favor, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de industria, empresa o institución representas como gran productor de residuos sólidos?

a) Institución educativa
b) Comercio mayorista
c) Institucional civil
d) Centro penitenciario o militar

2. ¿La institución hace medición de los residuos sólidos generados ?

a) SI
b) NO

3. ¿En qué categoría de residuo sólido generas más cantidad, aproximadamente?

a) Residuos sólidos reciclables (Papel y cartón, plástico, vidrio, metales)
b) Residuos sólidos no reciclables (contaminados.)
c) Residuos orgánicos aprovechables(jardinería, cascaras de frutas y verduras y orgánicos no procesados.)
d) Residuos orgánicos no aprovechables(restos de comida

4. ¿Consideras que existen medidas adecuadas para promover la reducción y la separación de residuos sólidos por parte de los grandes productores en Pamplona?

a) Sí, las medidas existentes son adecuadas.
b) No, se requieren medidas más estrictas y efectivas.

5. ¿Has implementado alguna medida para reducir la generación de residuos en tu actividad?

a) Si
b) No

6. Si respondiste si ¿Cuál medida has implementado para reducirla generación de residuos en tu actividad?

a) Optimización de procesos para reducir desperdicios
b) Reutilización de materiales o productos en lugar de desecharlos
c) Uso de envases y embalajes reutilizables o biodegradables.

7. ¿Consideras importante la implementación de acciones para promover la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos?

a) Sí, es fundamental para proteger el medio ambiente y los recursos naturales
b) No tengo una opinión formada al respecto
c) No considero que sea una prioridad

¡Gracias por tu participación! Tus respuestas ayudarán a obtener información valiosa sobre la gestión de residuos sólidos generados por grandes productores.





Anexo 2

Certificado de Calibración

ONAC ACREDITADO

COLMETRO

ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-010

Magnitud de masa
Código F-040 - Version 12

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration:

Numero: B231317
Number:

Pagina: 1 de 4
Page:

INSTRUMENTO: Instrument	**INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
FABRICANTE: Manufacturer	SILVER MAX
MODELO: Model	TCS
NÚMERO DE SERIE: Serial Number	0190300-323 **CÓDIGO INTERNO:** NO PORTA Internal code
RANGO DE MEDICIÓN: Measuring range	0 kg a 200 kg
SOLICITANTE: Customer	**EMPRESA DE SERVICIOS INTEGRALES DE PAMPLONA ODIN LTDA**
DIRECCIÓN: Address	Hacienda las Garcias, Vereda Chichira, km 4.2
CIUDAD: City	Pamplona
SITIO DE CALIBRACIÓN: Calibration site	Instalaciones del cliente
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO: Instrument location	Bodega de Compra
FECHA DE CALIBRACIÓN: Calibration of date	2023-06-30

Número de páginas del certificado incluyendo anexos: Cuatro (4)
Number of pages of this certificate and documents Attached

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren solamente a los ítems calibrados, al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
El presente Certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita por parte de COLMETRO S.A.S

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes noresponsibility for damaged ensuing of mis use of the calibrated instruments. This certificate may not be reprodeced partially without the written approval of COLMETRO S.A.S

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Firmado digitalmente por EDUARD YESID BARON MURILLO
Fecha: 2023.07.13 16:30:47 -05'00'

Autorizado por - Authorized by
Fecha de emisión - Date issue

Anexo 3

Formato de pesaje y volumen.

	Aforo de Residuos Sólidos	Código	FAS-15 v.00
		Página	1 de 1

FORMATO N°1 AFORO DE RESIDUOS SOLIDOS

Cuenta Contrato	Dia	Mes	Año	Nombre del prestador del servicio
Fecha Inicio Foro				
Ciudad		PAMPLONA		EMPOPAMPLON S.A E.S.P

Nombre del establecimiento: _____
CODIGO CIIU: _____
NIT: _____
Actividad Económica: _____
Número de Empleados: _____
Área (m²): _____
Dirección: _____
Teléfono _____
Nombre del representante legal _____

Frecuencia del servicio	Lunes		Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo		
			Vista N°1						Vista N°2						Vista N°3					
Tipo de Recipiente	Dimensión o Capacidad	Equivalencia en m³	Fecha: Numero de recipientes	Volumen (m³)	Peso (Ton)	Densidad (Ton/m³)	Fecha: Numero de recipientes	Volumen (m³)	Peso (Ton)	Densidad (Ton/m³)	Fecha: Numero de recipientes	Volumen (m³)	Peso (Ton)	Densidad (Ton/m³)	Fecha: Numero de recipientes	Volumen (m³)	Peso (Ton)	Densidad (Ton/m³)		
Bolsas																				
Domestica	50x75cm	0,31																		
Semi-Industrial	60x86cm	0,05																		
Industrial	70x120cm	0,111																		
Canecas																				
Caneca	5 Gl	0,058																		
Caneca	20 Gl	0,08																		
Caneca	25 Gl	0,1																		
Caneca	35 Gl	0,13																		
Caneca	55 Gl	0,21																		
Caja Estacionaria																				
Caja Plástica Fruver	37x24x50 cm	0,053																		
Caja Metal	60x85x100 cm	0,39																		
Caja Plástica Ajover	75x85x115 cm	0,73																		
Caja Estacionaria	2 yd³	1,53																		
Caja Estacionaria	2,5 yd³	1,91																		
Caja Estacionaria	3 yd³	2,29																		
Caja Estacionaria	4 yd³	3,06																		
Caja Estacionaria	6 yd³	4,59																		
Caja Estacionaria	10 yd³	7,64																		
Caja Estacionaria	15 yd³	10,95																		
Caja Estacionaria	20 yd³	15,3																		
Caja Estacionaria	40 yd³	29,2																		
TOTAL																				

Nombre del aforador: _____ Firma del aforador: _____
Firma del Usuario o testigos: _____
Observaciones: _____

Anexo 4

Formato FAS-16 v.01

	Resumen del Aforo	Código:	FAS-16 v.01
		Página:	1 de 1

Nombre del Usuario: _____
NIT: _____
Código CIIU: _____
Dirección: _____
Teléfono: _____
Empresa Prestadora: _____
Fecha: _____

REGISTRO DE PROMEDIOS MENSUALES

SEMANAS	Volumen m³	Densidad Ton/m³	Peso Toneladas
Semana N° 1			
Semana N° 2			
Semana N° 3			
Semana N° 4			
Semana N° 5			
Semana N° 6			
Semana N° 7			
Semana N° 8			
Semana N° 9			
Semana N° 10			
Semana N° 11			
Semana N° 12			
Promedio Semanal			
Promedio Mensual=Promedio Semanal por el siguiente factor. 4.34 (Pequeños productores) **4.29 (Grandes productores)**			

Nombre del Usuario: _____
Firma del Usuario o Representante: _____
Nombre del Aforador: _____
Firma del Aforador: _____

OBSERVACIONES:

Anexo 5

Proceso y producto final Vermicompost.








Anexo 6

Laboratorios fertilizante liquido de lixiviado de vermicompost y fotografías de producto final

K (769.9nm)

File Comment:
lixiviado

Comment:
FlameCont

Instrument Information

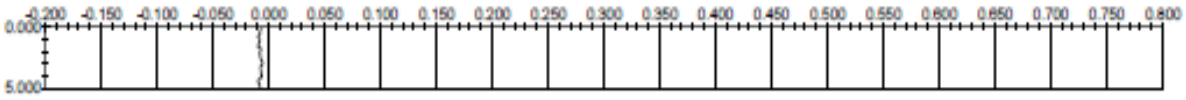
Device Name: AA

Type	Model Name	ROM Version	S/N
AA	AA-7000	1.01	A30785000465
ASC			
GFA			

Optics Parameters

Element:	K
Socket #:	1
Lamp Current Low(Peak)(mA):	10
Wavelength(nm):	769.9
Slit Width(nm):	
Lamp Mode:	BGC-D2

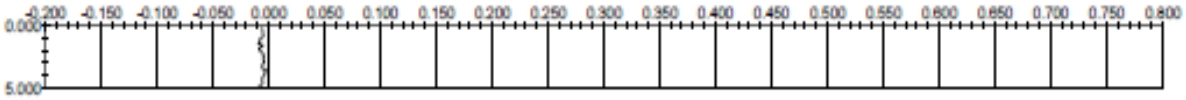
: **STD**



M	True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
M	12.5000	12.8442	1.3460	-0.0076	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	12:35:58 AM(-0500)	System Administrator	AA

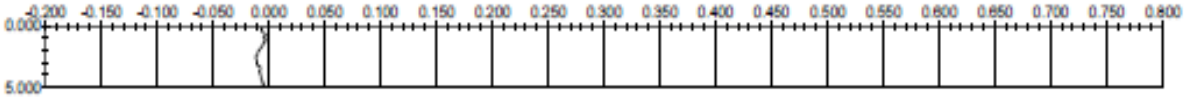
: **STD**



	True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
	16.0000	15.8865	1.6382	-0.0058	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	12:36:18 AM(-0500)	System Administrator	AA

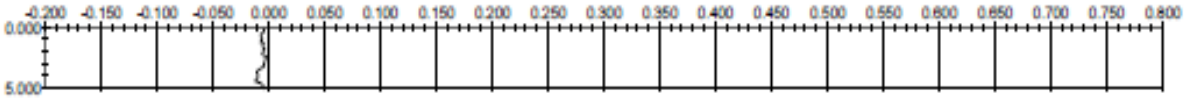
: **STD**



True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
20.0000	19.8148	2.0155	-0.0070	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	12:36:40 AM(-0500)	System Administrator	AA

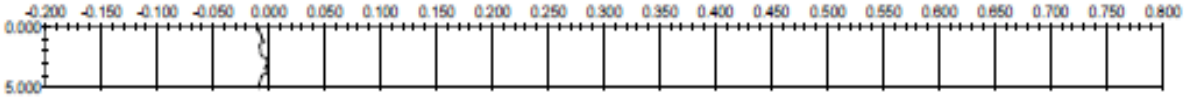
lixiviado-x 20 : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	25.9035	2.6003	-0.0061	25.9035	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	12:47:46 AM(-0500)	System Administrator	AA

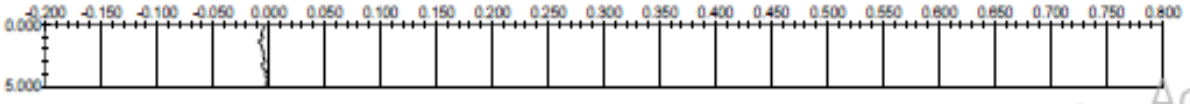
lixiviado x 25 : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	22.5894	2.2820	-0.0056	22.5894	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	12:48:34 AM(-0500)	System Administrator	AA

lixiviado x 30 : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	18.5060	1.8898	-0.0045	18.5060	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	12:49:15 AM(-0500)	System Administrator	AA

Na(330.2nm)

File Comment:
lixiviado

Comment:
FlameCont

Instrument Information

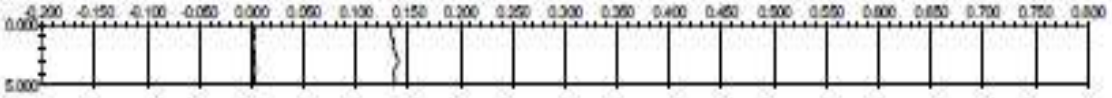
Device Name: AA

Type	Model Name	ROM Version	S/N
AA	AA-7000	1.01	A30785000465
ASC			
GFA			

Optics Parameters

Element:	Na
Socket #:	3
Lamp Current Low(Peak)(mA):	12
Wavelength(nm):	330.2
Slit Width(nm):	0.7
Lamp Mode:	BGC-D2

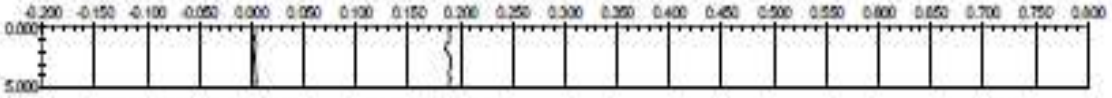
: STD



M	True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
M	50.0000	50.4938	0.1355	0.0029	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	1:08:54 AM(-0500)	System Administrator	AA

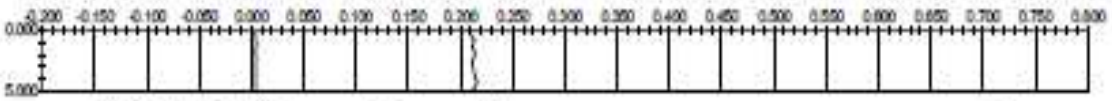
: STD



True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
70.0000	70.4598	0.1882	0.0038	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	1:09:44 AM(-0500)	System Administrator	AA

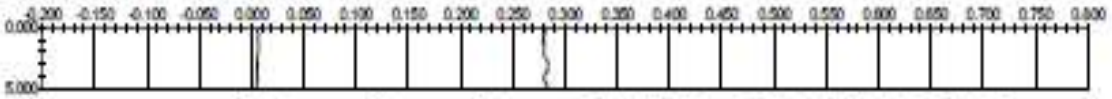
: STD



True Value	Conc.	Abs.	BG	C#
80.0000	79.3630	0.2117	0.0042	01

Date	Time	User Name	Device Name
1/1/2004	1:10:49 AM(-0500)	System Administrator	AA

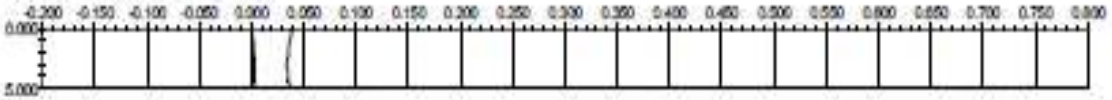
lixiviado directo : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	105.2771	0.2801	0.0059	105.2771	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	1:11:32 AM(-0500)	System Administrator	AA

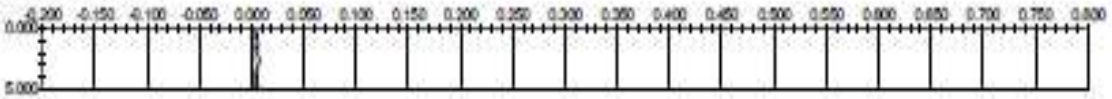
lixiviado x 10 : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	12.3046	0.0347	0.0025	12.3046	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	1:13:11 AM(-0500)	System Administrator	AA

suelo : UNK



M	Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	C#
M	1.0525	0.0050	0.0019	1.0525	NONE	01

SG#	Date	Time	User Name	Device Name
1	1/1/2004	1:13:44 AM(-0500)	System Administrator	AA

	Informe Resultado de Análisis de Agua Fisicoquímico y Microbiológico	Código	FAP - 23 v.01
		Página	1 de 1

Fecha de Reporte: 26 de septiembre 2023
Fecha y Hora de Muestreo: 15 de septiembre de 2023, 9:00 A.m.
Fecha de Análisis: 15 de septiembre de 2023
Dirección: Finca La Perla
Municipio: Pamplona
Tipo de Muestra: Lixiviado de abono
Lugar y Punto de Toma: Canal de recolección

Análisis Fisicoquímico

Parámetros Básicos	UNIDAD	Resultados
pH	Unidades de pH	7,49
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	18,2
DQO	mg/L (ppm) O_2	1120
Fosforo Total	mg/L (ppm)	26,28
Fosfatos	mg/L (ppm)	80,67
Nitrógeno	mg/L (ppm)	52
Nitratos	mg/L (ppm)	232

Análisis Microbiológico

Parámetros Básicos	UNIDAD	Resultados
Coliformes Totales	UFC/100 cm^3	8,9
Coliformes Fecales	UFC/100 cm^3	5,4

LIZETH AMPARO LÓPEZ.

Ing. Lizeth Amparo López
Jefe Plantas de Tratamiento y Laboratorio

	Informe Resultado de Análisis de Agua Fisicoquímico y Microbiológico	Código	FAP - 23 v.01
		Página	1 de 1

Fecha de Reporte: 9 de diciembre 2023
Fecha y Hora de Muestreo: 3 de diciembre de 2023, 8:00 A.m.
Fecha de Análisis: 3 de diciembre de 2023
Dirección: Finca La Perla
Municipio: Pamplona
Tipo de Muestra: Lixiviado de abono
Lugar y Punto de Toma: Canal de recolección

Análisis Fisicoquímico

Parámetros Básicos	UNIDAD	Resultados
pH	Unidades de pH	7,18
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	16,3
DQO	mg/L (ppm) O_2	345
Fosforo Total	mg/L (ppm)	39,8
Fosfatos	mg/L (ppm)	91,87
Nitrógeno	mg/L (ppm)	43
Nitratos	mg/L (ppm)	227
Sodio	mg/L (ppm)	138,6
Potasio	mg/L (ppm)	208,2

Análisis Microbiológico

Parámetros Básicos	UNIDAD	Resultados
Coliformes Totales	UFC/100 cm^3	9,37
Coliformes Fecales	UFC/100 cm^3	7,45

Lizeth Amparo López.

Ing. Lizeth Amparo López
Jefe Plantas de Tratamiento y Laboratorio





Anexo 7

Proceso de elaboración de compost y producto final.

