

**Implementación de un prototipo de vermicultura para la gestión sostenible de residuos
orgánicos en el casco antiguo de Floridablanca**

Andrés Felipe Pardo Bermúdez

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero ambiental

Director

Olga Lucia Bayona Ayala

Magíster en Ingeniería Química

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de ingenierías y arquitectura

Ingeniería Ambiental

2023

Contenido

Introducción.....	15
1. Implementación de un prototipo de vermicultura para la gestión sostenible de residuos orgánicos en el casco antiguo de Floridablanca	17
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2 Justificación.....	19
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	21
2. Marco referencial	22
2.1 Marco teórico	22
2.1.1 Vermicultura	22
2.2 Marco conceptual.....	25
2.3 Marco legal.....	27
2.3.1 Normatividad nacional	27
3. Método.....	28
3.1 Delimitación del área de estudio	28
3.1.1 Macro localización	28
3.1.2 Micro localización.....	29
3.2 Fortalecimiento de capacidades de la población de estudio.....	31
3.2.1 Residuos solidos.....	31
3.2.2 Residuos aprovechables.....	34
3.2.3 Técnica de aprovechamiento vermicultura.....	34

3.3 Proceso de vermicultura.....	36
3.3.1 Diseño vermicompostera	37
3.3.2 Lombrices y sustratos	38
3.3.3 Monitoreo	39
3.4 Análisis abono orgánico.....	40
3.4.1 Humus de lombriz	40
3.4.2 Características fisicoquímicas.....	40
3.5 Comunicar los resultados	43
3.6 Cronograma de actividades	43
4. Resultados.....	44
4.1 Delimitación del área de estudio	44
4.1.1 Reunión comunidad.....	44
4.1.2 Creación material visual infografía, encuestas y maqueta.....	55
4.2 Fortalecimiento de capacidades.....	60
4.2.1 Creación capacitación.....	60
4.2.2 Capacitaciones residuos sólidos, aprovechables y vermicultura	65
4.3 Proceso de vermicompostaje	89
4.3.1 Diseño de la torre vermicompostera.....	89
4.3.2 Construcción torre de vermicultura y adecuaciones	96
4.3.3 Compra de lombriz roja californiana.....	107
4.3.4 Monitoreo	114
4.3.5 Cosecha de abono orgánico (humus de lombriz)	119
4.4 Análisis humus de lombriz.....	121

4.4.1 Análisis pH	122
4.4.2 Análisis conductividad eléctrica	127
4.4.3 Análisis temperatura.....	131
4.4.4 Análisis nitratos.....	133
4.4.5 Análisis fosfatos	138
4.4.6 Conclusión análisis de parámetros físico-químicos	146
4.5 Comunicar los resultados	147
4.5.1 Diseño folleto de vermicultura.....	147
4.5.2 Diseño podcast de vermicultura.....	149
5. Conclusiones.....	156
6. Recomendaciones	158
Referencias	160
Apéndices	163

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Parámetros fisicoquímicos vermicompostaje</i>	23
Tabla 2. <i>Normatividad</i>	27
Tabla 3. <i>Resultados medición de pH</i>	126
Tabla 4. <i>Conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)</i>	129
Tabla 5. <i>Resultados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)</i>	132
Tabla 6. <i>Resultados de la medición de nitratos en (mg/L) de todas las muestras</i>	137
Tabla 7. <i>Resultados de la medición de fosfatos tabulados (mg/L)</i>	144

Lista de figuras

Figura 1. <i>Mapa Bucaramanga y área metropolitana</i>	29
Figura 2. <i>Mapa de Floridablanca casco antiguo</i>	30
Figura 3. <i>Vermicompostera tipo torre</i>	37
Figura 4. <i>Cronograma de actividades vermicultura</i>	44
Figura 5. <i>Reunión con el consejo administrativo en el salón comunal del conjunto residencial</i>	45
Figura 6. <i>Reunión del grupo ambiental de la personería</i>	46
Figura 7. <i>Invitación capacitación institucional PIGA</i>	47
Figura 8. <i>Visita colegio Psicopedagógico María Montessori</i>	49
Figura 9. <i>Ubicación Barrio Lagos 2</i>	52
Figura 10. <i>Inicio jornada de acompañamiento</i>	52
Figura 11. <i>Final jornada de acompañamiento</i>	53
Figura 12. <i>Reunión representantes colegios públicos de Floridablanca parte 1</i>	54
Figura 13. <i>Reunión representantes colegios públicos de Floridablanca parte 2</i>	54
Figura 14. <i>Infografía vermicultura</i>	55
Figura 15. <i>Encuesta virtual vermicultura</i>	56
Figura 16. <i>Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 1</i>	58
Figura 17. <i>Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 2</i>	59
Figura 18. <i>Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 3</i>	59
Figura 19. <i>Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 4</i>	60
Figura 20. <i>Portada Capacitación aprovechamiento de residuos orgánicos</i>	61
Figura 21. <i>Objetivos de desarrollo sostenible</i>	61
Figura 22. <i>Biodiversidad municipio de Floridablanca</i>	62

Figura 23. <i>Residuos sólidos</i>	62
Figura 24. <i>Consumo sostenible y responsable</i>	63
Figura 25. <i>Residuos orgánicos aprovechables</i>	63
Figura 26. <i>Problemática municipio de Floridablanca</i>	64
Figura 27. <i>Tipos de vermicompostadores</i>	64
Figura 28. <i>Abono orgánico</i>	65
Figura 29. <i>Capacitación residuos sólidos conjunto residencial Di Bari parte 1</i>	66
Figura 30. <i>Capacitación residuos sólidos conjunto residencial Di Bari parte 2</i>	67
Figura 31. <i>Capacitación vermicultura</i>	67
Figura 32. <i>Ubicación Conjunto residencial Di Bari</i>	68
Figura 33. <i>Respuestas encuestas Vermicultura conjunto residencial Di Bari</i>	69
Figura 34. <i>Ubicación Personería de Floridablanca</i>	74
Figura 35. <i>Capacitación institucional PIGA parte 1</i>	75
Figura 36. <i>Capacitación institucional PIGA parte 2</i>	76
Figura 37. <i>Resultados encuesta vermicultura personería de Floridablanca</i>	77
Figura 38. <i>Correo electrónico rectora del colegio</i>	82
Figura 39. <i>Ubicación Colegio Psicopedagógico María Montessori</i>	82
Figura 40. <i>Capacitación colegio psicopedagógico María Montessori parte 1</i>	84
Figura 41. <i>Capacitación colegio psicopedagógico María Montessori parte 2</i>	84
Figura 42. <i>Capacitación colegio Rafael Pombo sede A parte 1</i>	85
Figura 43. <i>Capacitación colegio Rafael Pombo sede A parte 2</i>	86
Figura 44. <i>Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 1</i>	87
Figura 45. <i>Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 2</i>	88

Figura 46. <i>Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 3.....</i>	88
Figura 47. <i>Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 4.....</i>	89
Figura 48. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 1.....</i>	90
Figura 49. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 2.....</i>	90
Figura 50. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 3.....</i>	91
Figura 51. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 1.....</i>	92
Figura 52. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 2.....</i>	93
Figura 53. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 3.....</i>	93
Figura 54. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 1.....</i>	94
Figura 55. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 2.....</i>	94
Figura 56. <i>Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 3.....</i>	95
Figura 57. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 1.....</i>	97
Figura 58. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 2.....</i>	98
Figura 59. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 3.....</i>	98
Figura 60. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 4.....</i>	99
Figura 61. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 5.....</i>	99
Figura 62. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 6.....</i>	100
Figura 63. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 7.....</i>	100
Figura 64. <i>Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 8.....</i>	101
Figura 65. <i>Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 1....</i>	102
Figura 66. <i>Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 2....</i>	102
Figura 67. <i>Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 3....</i>	103
Figura 68. <i>Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 4....</i>	103

Figura 69. <i>Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 5</i>	104
Figura 70. <i>Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1</i>	105
Figura 71. <i>Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 2</i>	106
Figura 72. <i>Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1</i>	106
Figura 73. <i>Búsqueda de venta de lombriz roja californiana en Bucaramanga</i>	108
Figura 74. <i>Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 1</i>	109
Figura 75. <i>Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 2</i>	110
Figura 76. <i>Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 3</i>	110
Figura 77. <i>Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 4</i>	111
Figura 78. <i>Incorporación lombrices a la torre de vermicultura apartamento individual parte 1</i>	111
Figura 79. <i>Incorporación lombrices a la torre de vermicultura apartamento individual parte 2</i>	112
Figura 80. <i>Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1</i>	112
Figura 81. <i>Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 2</i>	113
Figura 82. <i>Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 3</i>	113
Figura 83. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 1</i>	115
Figura 84. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 2</i>	116
Figura 85. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 3</i>	116
Figura 86. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 4</i>	117

Figura 87. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 5</i>	117
Figura 88. <i>Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 6</i>	118
Figura 89. <i>Monitoreo con higrotermómetro parte 1</i>	118
Figura 90. <i>Monitoreo con higrotermómetro parte 2</i>	118
Figura 91. <i>Cosecha humus de lombriz</i>	120
Figura 92. <i>Muestra blanca (agua destilada)</i>	121
Figura 93. <i>Muestra humus liquido (dilución con agua destilada al 25%)</i>	121
Figura 94. <i>Muestra humus solido (dilución con agua destilada al 10%)</i>	122
Figura 95. <i>Muestra abono comercial (dilución con agua destilada al 10%)</i>	122
Figura 96. <i>HQ40d multiparámetros con sonda de pH</i>	123
Figura 97. <i>Sonda para medir pH</i>	124
Figura 98. <i>Medición de pH del abono comercial al 10%</i>	125
Figura 99. <i>Grafica resultados pH</i>	126
Figura 100. <i>Multiparámetro HQ40d medición de conductividad en agua destilada</i>	128
Figura 101. <i>Grafica conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)</i>	129
Figura 102. <i>Multiparámetro HQ40d medición temperatura ($^{\circ}\text{C}$)</i>	131
Figura 103. <i>Resultados grafica de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)</i>	132
Figura 104. <i>Kit TNT 835 para medir nitratos (mg/L)</i>	134
Figura 105. <i>Tubos del kit e instrumentos para agregar reactivos y muestras</i>	135
Figura 106. <i>Muestras de humus líquido, humus sólido y abono comercial.</i>	135
Figura 107. <i>DR 1900 medición nitratos humus liquido dilución al 25%</i>	136
Figura 108. <i>DR 1900 medición nitratos humus solido dilución al 10%</i>	136
Figura 109. <i>Resultados grafica de nitratos (mg/L)</i>	137

Figura 110. <i>Kit 843 para medir fosfatos</i>	140
Figura 111. <i>Muestras antes de llevar a digestión en el DR 200</i>	140
Figura 112. <i>Muestras iniciando el proceso de digestión</i>	141
Figura 113. <i>Muestras después de la digestión</i>	141
Figura 114. <i>Muestras después de agitar, agregar la sustancia B y cambio de las tapas</i>	142
Figura 115. <i>Medición en el equipo DR 1900 de la muestra blanco (agua destilada)</i>	142
Figura 116. <i>Medición en el equipo DR 1900 de la muestra humus liquido dilución al 25%</i>	143
Figura 117. <i>Medición en el equipo DR 1900 de la muestra humus solido dilución al 10%.....</i>	143
Figura 118. <i>Medición en el equipo DR 1900 de la muestra abono comercial dilución al 10%</i>	144
Figura 119. <i>Resultados medición de las concentraciones de fosfatos de las muestras</i>	145
Figura 120. <i>Folleto de vermicultura parte 1</i>	148
Figura 121. <i>Folleto de vermicultura parte 2</i>	148

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Solicitud de apoyo conjunto residencial Di Bari</i>	163
Apéndice B. <i>Respuesta a solicitud de apoyo conjunto residencial Di Bari</i>	163
Apéndice C. <i>Listado de asistentes capacitación PIGA parte 1</i>	165
Apéndice D. <i>Listado de asistentes capacitación PIGA parte 2</i>	165

Resumen

Los residuos orgánicos mal gestionados constituyen una grave amenaza para el medio ambiente en todo el mundo. Esto ha llevado a una lucha mundial para lograr un equilibrio entre la rápida generación de tales residuos y protección del medio ambiente. Aun así, algunos factores (p. ej., las características de la composición del sustrato antes y después del tratamiento) necesitan estudios específicos adicionales para que los investigadores puedan comprender mejor el metabolismo implicado en el proceso. El objetivo es proponer una solución sustentable para abordar la problemática actual que se ha venido presentando en los últimos años en Bucaramanga y su área metropolitana. Está relacionado con la incorrecta separación y disposición de los residuos orgánicos, lo que ha llevado a una sobrecarga en el relleno sanitario (Carrasco). Conlleva al cierre temporal de las rutas de recolección, acumulación de residuos en áreas urbanas y rurales, malos olores, degradación del paisaje y proliferación de vectores. Con el fin de reducir la cantidad de residuos enviados a la disposición final, se plantea como solución sostenible el uso de la vermicultura. Esta técnica aprovecha una gran parte de los residuos orgánicos y los transforma en abono de alta calidad, conocido como vermicompost (humus de lombriz). La importancia es que se realiza de manera natural, sin utilización de químicos perjudiciales para el medio ambiente. El vermicompostaje ofrece diversas ventajas, incluyendo oportunidades de empleo, protección del medio ambiente, aumento de la productividad de los cultivos como fertilizante suplementario, y contribución al equilibrio ecológico. En este sentido, el vermicompostaje desempeña un papel fundamental en la economía circular.

Palabras clave: abono orgánico, disposición final, humus de lombriz, solución sostenible, vermicultura

Abstract

Mismanaged organic waste poses a serious threat to the environment worldwide. This has led to a global effort to strike a balance between the rapid generation of such waste and environmental protection. Nevertheless, some factors (e.g., substrate composition characteristics before and after treatment) require specific additional studies for researchers to better understand the metabolism involved in the process. The objective of this is to propose a sustainable solution to address the current issue that has arisen in recent years in Bucaramanga and its metropolitan area. This is related to the improper separation and disposal of organic waste, which has led to an overload at the (Carrasco) landfill. It leads to the temporary closure of collection routes, waste accumulation in urban and rural areas, unpleasant odors, landscape degradation, and vector proliferation. With the purpose of reduce the amount of waste sent to the final disposal, vermiculture is suggested as a sustainable solution. This technique harnesses a significant portion of organic waste and transforms it into high-quality compost known as vermicompost (worm humus). The importance of this solution lies in its natural execution, without the use of environmentally harmful chemicals. Vermicomposting offers various advantages, including employment opportunities, environmental protection, increased crop productivity as a supplementary fertilizer, and a contribution to ecological balance. In this regard, vermicomposting plays a pivotal role in the circular economy.

Keywords: organic fertilizer, final disposal, worm humus, sustainable solution, vermiculture

Introducción

Según la investigación de Hoornweg & Bhada-Tata (2012), estimaciones globales, se espera que las ciudades generen alrededor de 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos anualmente, cifra que se espera que aumente a 2.200 millones de toneladas para el año 2025. Esto representa un incremento considerable en las tasas de producción de residuos, de 1,2 a 1,42 kilogramos por persona al día en los próximos 15 años. Por su parte Dasgupta (2014); Yoshizawa et al., (2004), en Asia, se espera que se generen 1,8 millones de toneladas de residuos sólidos al día para el año 2025.

El crecimiento acelerado de la población mundial ha dado lugar a un aumento significativo en la generación de residuos y la contaminación ambiental. Tal como señala Abhilash et al., (2016) se proyecta que la población mundial alcance los 9500 millones de personas para mediados del siglo XXI. Este crecimiento demográfico conlleva mayores demandas de alimentos y la necesidad de gestionar de manera adecuada los desechos para reducir la acumulación en lugares de disposición final. Estos datos revelan la magnitud del desafío que enfrentamos en términos de gestión de residuos a nivel mundial, especialmente en áreas densamente pobladas como las ciudades. Es fundamental buscar soluciones sostenibles y efectivas para abordar esta problemática y reducir el impacto ambiental. En este contexto, se hace necesario explorar enfoques innovadores, como el vermicultura o vermicompostaje, que permitan aprovechar y transformar los residuos orgánicos en recursos valiosos, contribuyendo así a la economía circular y a la preservación del equilibrio ecológico.

Considerando la problemática que ha afectado al municipio de Bucaramanga y su área metropolitana en los últimos años, es evidente que el sitio de disposición de residuos, el relleno sanitario Carrasco, ha presentado diversas dificultades desde el año 2002, lo que ha llevado a su

suspensión y cierre. Estudios han revelado consecuencias como la contaminación de las aguas subterráneas debido a los lixiviados, denuncias de la comunidad por la presencia de vectores y malos olores, así como un exceso en su capacidad de almacenamiento, ya que diariamente se reciben más de 1000 toneladas de residuos. Esto ha provocado la suspensión temporal de las rutas de recolección durante 10 días, generando un impacto social y ambiental negativo. Durante este periodo, se observó la acumulación de grandes cantidades de desechos en las calles, lo que atrajo vectores y causó problemas de salud.

Ante esta situación, se plantea el uso de la vermicultura, también conocida como lumbricultura, como una solución alternativa y sostenible para reducir la carga de materia orgánica. Esta técnica se basa en la cría intensiva de lombrices, que generan humus orgánico a partir de la descomposición natural de la materia orgánica. A diferencia del compostaje tradicional, donde se utilizan microorganismos y hongos para degradar los residuos previamente clasificados, la vermicultura aprovecha el sistema digestivo de las lombrices, que realiza un proceso de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento microbiano y enzimático. Esto acelera y mejora significativamente el proceso de descomposición.

1. Implementación de un prototipo de vermicultura para la gestión sostenible de residuos orgánicos en el casco antiguo de Floridablanca

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad conforme a lo expresado en Comunicaciones (2022), la disposición de los residuos sólidos representa uno de los principales desafíos ambientales a nivel mundial. En el contexto colombiano, según el Ministerio de Ambiente, se generan más de 32,000 toneladas de residuos al día, y cerca del 45.23% de estos corresponden a las ciudades más grandes del país, como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Cúcuta, Soacha y Soledad.

Los residuos sólidos, en su mayoría generados en hogares, oficinas, fábricas y tiendas, constituyen material de desecho que se considera inservible para la mayoría de las personas. Estos residuos se clasifican en ordinarios, biodegradables, inertes y reciclables. Sin embargo, la falta de separación y disposición adecuada de los mismos conlleva diversos impactos ambientales negativos. Los lugares de acopio no pueden hacer frente al volumen de recolección, lo que resulta en la acumulación de residuos en las calles. Además, los lixiviados generados por los residuos contaminan el suelo, afectando la calidad de la tierra y las aguas subterráneas. Asimismo, se produce un aumento en la presencia de vectores como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, lo cual representa un riesgo tanto para el ambiente como para la salud de las comunidades circundantes.

El relleno sanitario Carrasco ubicado en Bucaramanga Santander, al cual llegan diariamente más de 1,000 toneladas de residuos procedentes de 16 municipios del departamento de Santander, incluyendo Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta y Betulia, se ha convertido en un lugar de disposición crítico. Aunque la problemática de este relleno sanitario

existe desde 2002, su impacto se hizo más evidente cuando se decretó su cierre temporal el 13 de agosto de 2021. Durante esos 10 días de cierre, se observó una acumulación masiva de desechos en los hogares de Floridablanca, lo que generó emergencias sanitarias y obligó a reanudar la operatividad del relleno sanitario.

La gestión adecuada de los desechos es un asunto urgente debido a los riesgos que representan para el medio ambiente en general y la salud del suelo en particular. Aunque mantener una separación adecuada de los desechos con el fin de garantizar un tratamiento adecuado es una tarea monumental, el vermicompostaje se presenta como un método clave para abordar la proliferación de desechos orgánicos.

El rápido desarrollo de la sociedad humana ha generado desequilibrios en la naturaleza a través de la rápida urbanización, industrialización y desarrollo de infraestructuras, lo que ha llevado al deterioro de la salud del suelo. A medida que se contamina el entorno ambiental en general, los seres humanos también se ven afectados. La mayoría de los enfoques tradicionales de eliminación de desechos contribuyen al deterioro del suelo, generando efectos tóxicos y una mayor contaminación del suelo, el aire y el agua, con un impacto adverso en los seres vivos, además de suponer un gasto considerable. Para abordar este problema, es necesario buscar una solución ecológica de gestión de desechos que sea efectiva y que, al mismo tiempo, proporcione un producto final beneficioso.

La disposición de residuos sólidos en los rellenos sanitarios se ha convertido en un sistema de tratamiento costoso y complejo. Por tanto, es necesario plantear un mecanismo de control y manejo de estos desechos que pueda ser implementado desde los hogares. En este trabajo, se propone como solución la implementación de la vermicultura, para lo cual es fundamental delimitar la zona de estudio a través de un sondeo y contar con la participación comprometida de

la población. La vermicultura ofrece beneficios significativos, como la reducción de los impactos ambientales en la gestión de residuos, la disminución del volumen de residuos destinados a la disposición final, evitando así el deterioro de los recursos naturales. Además, permite el aprovechamiento y generación de abono orgánico a partir de la fuente misma de producción de residuos. Esta alternativa requiere la unión y colaboración de la comunidad para respaldar la implementación de la tecnología de lumbricultura, con el objetivo de que pueda ser replicada en varias zonas.

En este contexto, surge la pregunta sobre la viabilidad del diseño e implementación a escala piloto del proceso de vermicultura como una alternativa sostenible para la reducción y aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en el casco antiguo del municipio de Floridablanca.

1.2 Justificación

En la actualidad según lo expresado por los siguientes autores Albanell, et al., (1988); Ali et al., (2015); Edwards y Burrows (1988); Lim et al., (2016); Sinha, et al., (2009), la escasez de suelo saludable es un problema de gran relevancia, ocasionado principalmente por la generación masiva de residuos. La preservación de un suelo no contaminado es fundamental para garantizar la supervivencia de los seres vivos. Por esta razón, se están implementando diversos métodos para reciclar los desechos y buscar soluciones efectivas.

Un enfoque particularmente prometedor es el uso de lombrices de tierra y el vermicompostaje para mejorar la fertilidad del suelo y sus nutrientes. Numerosos estudios han investigado los atributos de las lombrices de tierra y han demostrado los beneficios de aplicar el vermicompost en la mejora de la calidad del suelo. Como resultado, se ha observado un aumento

en la productividad de los cultivos debido a la mejora en la disponibilidad de nutrientes Gupta, et al., (2014). Además de los beneficios agrícolas, se ha investigado la capacidad de las lombrices de tierra para mejorar otras funciones del suelo, como la estructura, la retención de agua y la capacidad de degradación de contaminantes. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y eficacia del uso de la vermicompostaje como una solución sostenible para enfrentar los desafíos actuales relacionados con la gestión de residuos y la preservación del suelo.

En este contexto, es fundamental explorar la implementación de la vermicompostaje a escala piloto en el municipio de Floridablanca como una alternativa sostenible para reducir y aprovechar los residuos orgánicos. Esta iniciativa no solo contribuirá a la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, sino que también generará beneficios económicos al disminuir los costos asociados con la recolección y disposición de residuos. Asimismo, se espera que este proyecto piloto pueda servir como modelo replicable en otras áreas, promoviendo así la adopción generalizada de la tecnología de vermicompostaje y sus beneficios a nivel regional o incluso nacional.

Con el objetivo de abordar la problemática existente en el municipio de Floridablanca en relación con la inadecuada disposición de los residuos orgánicos, la presencia de olores desagradables, vectores y la contaminación del suelo y las aguas subterráneas debido a los lixiviados, es fundamental diseñar e implementar estrategias a escala piloto, como la vermicultura. Estas estrategias buscan brindar apoyo en aspectos sociales, económicos y ambientales.

Para lograrlo, es necesario realizar encuestas con el fin de identificar la población dispuesta a participar en capacitaciones y poner en práctica la tecnología y los procesos necesarios para garantizar el funcionamiento óptimo de la planta piloto. El objetivo principal es concientizar a los habitantes del casco antiguo de Floridablanca sobre la importancia de realizar el aprovechamiento

y transformación de los residuos orgánicos biodegradables en el lugar de generación, a través de la producción de abono orgánico (humus de lombriz).

Esta iniciativa conllevará beneficios significativos, como la reducción de los impactos negativos en los recursos naturales y, además, generará beneficios económicos para las familias al disminuir el costo de las tarifas de recolección de desechos. Una vez implementado en la población seleccionada, se espera que esta solución sostenible se replique en zonas aledañas, creando un efecto dominó y estableciendo la tecnología de vermicultura como una alternativa viable y prometedora.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar estrategias para reducir y aprovechar los residuos orgánicos generados por los usuarios del servicio público de aseo del casco antiguo del municipio de Floridablanca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico exhaustivo para determinar el área de influencia del proyecto, identificando las zonas del casco antiguo del municipio de Floridablanca donde se concentra la generación de residuos orgánicos.
- Fortalecer las capacidades de los usuarios del servicio público de aseo del casco antiguo del municipio de Floridablanca en el manejo adecuado de los residuos orgánicos, brindándoles conocimientos y herramientas para implementar la vermicultura como método de tratamiento y aprovechamiento de dichos residuos.

- Desarrollar estrategias eficientes que reduzcan significativamente la carga de residuos orgánicos enviados al relleno sanitario, implementando el proceso a pequeña escala de vermicultura como alternativa sostenible y promoviendo su adopción en la comunidad.
- Analizar y caracterizar los parámetros fisicoquímicos del producto obtenido mediante el proceso de vermicultura, evaluando su calidad y potencial como abono orgánico, asegurando así su efectividad y beneficios para la fertilidad del suelo.
- Comunicar los resultados obtenidos del proyecto, destacando los beneficios sociales, económicos y ambientales del tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos a través de la vermicultura. Se busca concientizar a la comunidad sobre la importancia de esta alternativa sostenible, promoviendo su replicación en otras áreas y fomentando una cultura de gestión responsable de los residuos orgánicos.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Vermicultura

Es la operación o técnica a través de la cual tal como señala Portillo (2020), mediante la cría y multiplicación de lombrices con la transformación de los residuos orgánicos, se obtiene una forma de abono de muy buena calidad y libre de químicos llamado humus de lombriz. Esta tecnología permite acelerar el proceso de descomposición de los residuos enriqueciéndolos de manera enzimática y microbiana donde el producto obtenido sirve para recuperar hasta los suelos afectados negativamente y degradados ambientalmente.

Según Usman y colaboradores en el año 2015, consideraron el Vermicompostaje como una solución viable para el manejo de residuos sólidos en favor del medio ambiente, siendo una técnica en la que las lombrices convierten en fracciones orgánicas estos desechos con un control ambiental. Citan como factores que incluyen en este proceso, la alimentación, la densidad de población, el PH, la relación C/N, la temperatura y la humedad. Y el resultado es además un compost rico en nutrientes que puede ser utilizado incluso para producir biogás.

Por su parte Singha y colaboradores en el año 2010, al analizar la situación de los desechos en Malasia, encuentran que la mayoría de ellos son generados por molinos de aceite de palma, por lo que advierten como posible solución al manejo de esos residuos el Vermicompostaje de POMW que es útil para reciclar nutrientes vegetales útiles, los que pueden influir en el crecimiento de las plantas. Consideran como factores ambientales la humedad, la Temperatura, el pH, la naturaleza del sustrato y la relación C/N.

Tabla 1. *Parámetros fisicoquímicos vermicompostaje*

Parámetros	control		vermicompostaje	
	PH	8,89	8,78	7,73
Conductividad E	1,32	0,08	0,78	0,02
Relación C: N	15,7	1,09	11,1	0,24
C Total	396	3,2	314	5,4
N Total	25,6	1,7	28,3	0,2

Adaptado de Singh, R.P. (2010).

Ahora bien, para Pramanika y demás colabores en el año 2008, luego de inocular tres cepas microbianas en dos desechos orgánicos diferentes, y estudiando el efecto sobre los ácidos húmicos, la actividad de la fosfatasa acida y las propiedades microbianas del producto final, llegaron a la conclusión de que el Vermicompostaje aumenta los tres aspectos citados, aunque la Biomasa

microbiana C y N se reducen, mientras que aumenta la respiración microbiana luego del ingreso de las lombrices.

Según Surindra en el año 2008, quien analizo el Vermicompostaje como la manera de convertir los residuos sólidos vegetales (los generados por mercados de verduras), junto con paja de trigo, estiércol de vaca y purín de biogás, en biofertilizante, utilizando la lombriz de tierra Eisenia Fétida, realizando varias combinaciones y un análisis quincenal en el Laboratorio (Surindra, S. 2008).

Por su parte Kauser y Khwairakpam (2021), a través de un ensayo establecieron que el vermicompostaje es el método más efectivo para recuperar nutrientes, y se logran mayores resultados cuando se realiza en recipientes, como por ejemplo el llamado tambor rotatorio, reduciendo así el tiempo y arrojando un compost de gran calidad, no solo en sus nutrientes sino también respecto a su madures y estabilidad. En su trabajo analizan la temperatura, el PH y EC, el TOC y el CO₂, el TKN, el Fosforo total y el contenido de nutrientes, el sBOD, sCOD y el OUR, así como los metales pesados.

Y por último, Alshehrei y Amen , para el año 2021 hacen un análisis de la situación de Arabia Saudita donde se presenta gran cantidad de residuos domésticos e industriales, siendo el vermicompostaje la tecnología de manejo de esos residuos viable y sostenible tanto económica como ambientalmente, presentándose solo como obstáculo la presencia de metales pesados que afectan a los microorganismos descomponedores, pero así mismo su presencia ocasiona estrés a la lombriz, lo que hace que produzca la sustancia polimérica extracelular que es fuente de nutrientes para que las bacterias fluyan.

2.2 Marco conceptual

Abono orgánico: es un fertilizante que es producido a partir de animales, plantas u hongos, el uso de estos abonos es más amistoso con el medio ambiente, permite la reutilización de desechos orgánicos.

Acopio: del verbo acopiar o acumular, esta acumulación se debe dar en una gran cantidad ya que se da por una acción voluntaria, con un objetivo y lugar definidos.

Almacenaje

Ambiente: se refiere al conjunto de relaciones que rodea un entorno estas pueden ser sociales, económicas, físicas, etc.... Los ambientes pueden ser generados natural o artificialmente.

Aprovechamiento de los residuos: actividad que consiste en la recolección de residuos aprovechables separados previamente en la fuente con el fin de transformarlos en materia prima y dar una valorización y vida útil.

Contaminación: es la presencia de sustancias y elementos nocivos que ingresan en un entorno y traen impactos negativos al medio ambiente.

Contaminante: sustancia introducida en un entorno que consigo genera efectos no deseados negativamente al medio ambiente.

Disposición final: es la etapa final en cuanto al manejo de residuos no aprovechables en donde se realizan un conjunto de operaciones para el depósito, fraccionamiento o eliminación de los desechos.

Eliminación: es el acto de eliminar, suprimir, borrar, excluir algún elemento que ya no es deseado.

Lixiviados: son los fluidos que se generan por la percolación a través de los residuos que se encuentran depositados en lugares de acopio, estas sustancias son nocivas para la salud y el medio ambiente.

Materias primas: son aquellos materiales que se extraen de la naturaleza y después de recibir un proceso de transformación será obtenido un producto o bienes.

Medio ambiente: conjunto de relaciones o factores físicos y biológicos que son generados en un espacio donde se desarrolla la vida de distintos organismos.

Minimización

Orgánico: toda sustancia relacionada con procesos de la vida o en que intervienen organismos vivos.

Proceso: secuencias de acciones que se deben llevar a cabo en un orden para lograr de manera satisfactoria un fin determinado.

Producto: resultado que se obtiene de un proceso con el fin de generar bienes y servicios, para el uso y consumo.

Reciclable: materiales que se pueden aprovechar ya que son útiles después de haber sido usado, para transformarlo como materia prima u otro producto con un nuevo uso.

Recolección: proceso y acción de recolectar, reunir o recoger.

Recuperación: es la acción de recuperar o volver a un estado de normalidad.

Reducción: acción por la cual se busca disminuir alguna cantidad.

Relleno sanitario: espacio o lugar seleccionado por sus características para disminuir los impactos generados, con el fin de depositar los residuos generados después de pasar por un pretratamiento.

Residuo: denominado para aquella materia o producto que pierde su utilidad y ha cumplido con su misión.

Separación: acción de aislar o clasificar objetos por similitudes que existen en los materiales.

Valorización: operación cuyo resultado principal es dar un incremento en el valor que tiene los residuos y sirvan a una finalidad.

Vector: organismos que pueden transmitir enfermedades infecciosas a las personas como lo son mosquitos, moscas, garrapatas, ratas, cucarachas, etc....

Vermicultura: técnica también conocida como lombricultura que permite utilizar residuos orgánicos y transformarlos por medio de las lombrices en abono orgánico (humus de lombriz).

2.3 Marco legal

2.3.1 Normatividad nacional

Tabla 2. Normatividad

Tipo	Aspecto	Descripción
Ley	<ul style="list-style-type: none"> Ley marco de los Servicios Públicos Domiciliarios. Regulación Específica del servicio Público de aseo 	<ul style="list-style-type: none"> ley 142 de 1994 modificada por la Ley 632 de 2000 Ley 689 de 2001 Ley 1537 de 2012
	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> Decreto Ley 2811 de 1974 Ley 9 de 1979 Ley 99 de 1993
	Sistema General de Participaciones	Ley 1176 de 2007
	<ul style="list-style-type: none"> Establece la Ley Ordenamiento Territorial. Estipula el mandato que tienen todos los municipios en formular sus respectivos 	<ul style="list-style-type: none"> Ley 388 de 1997 (Adicionada por la Ley 614 de 2000) Ley 1454 de 2011

	planes de ordenamiento territorial	
	Dictamina el funcionamiento y organización de los municipios	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 136 de 1994 • Ley 1551 de 2012
Decreto	Reglamentación servicio de aseo	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 2981 del 2013
	Metodología PGIRS	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 754 del 2014
Resolución	Metodología tarifas aseo	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución CRA 720 del 2015
Compes	Política gestión integral de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • CONPES 3874 del 2016
Decreto	Reglamentación aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 596 del 2016
	Lineamientos operatividad para el aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 276 del 2016
Resolución	Reglamentación RCD	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 472 del 2017
Decreto	Reglamentación disposición final y tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 1784 del 2017
Compes	Política crecimiento verde	<ul style="list-style-type: none"> • CONPES 3934 del 2017
	REP envases y empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 1407 del 2018
Resolución	Metodología tarifas aseo pequeños prestadores	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución CRA 853 2018

3. Método

3.1 Delimitación del área de estudio

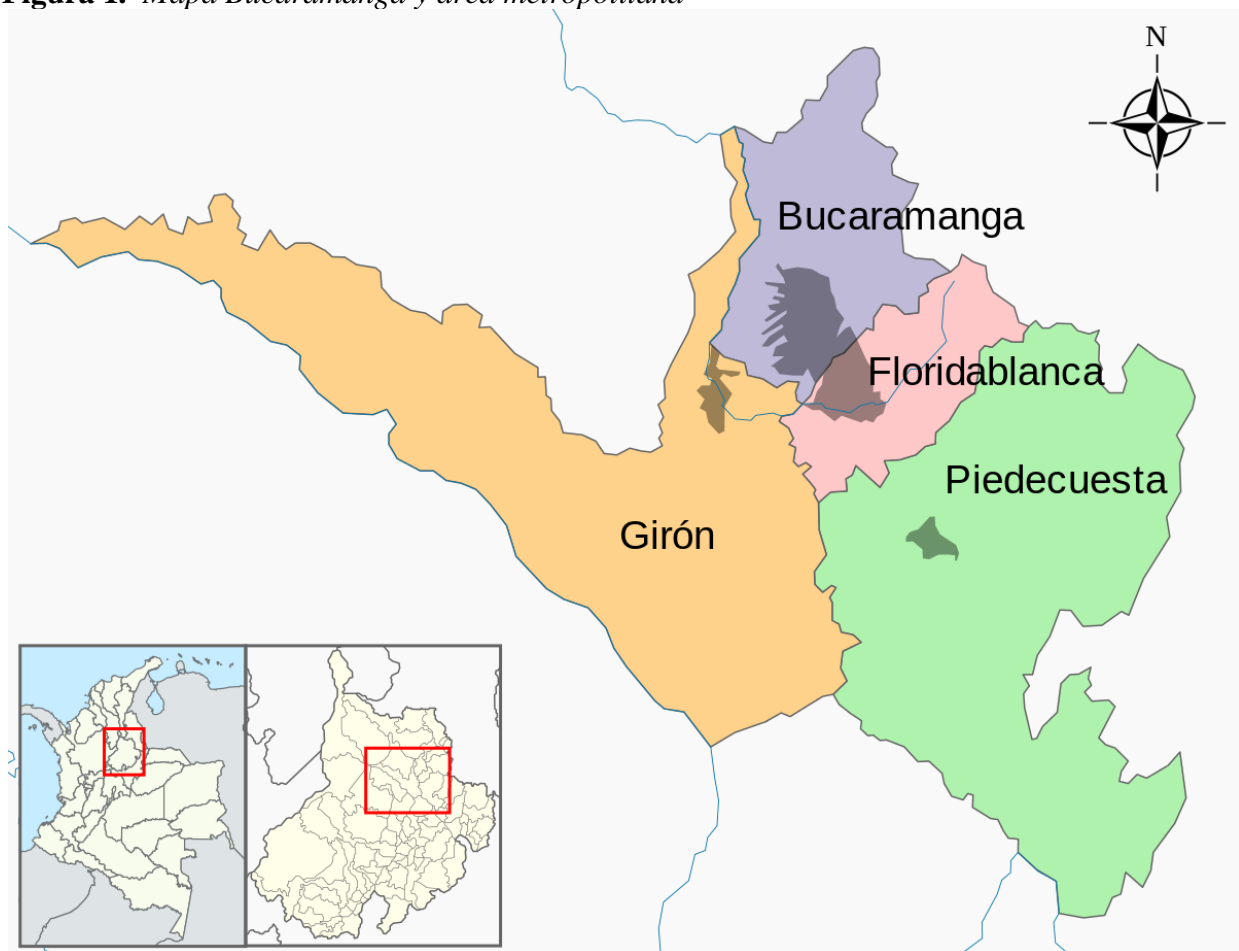
3.1.1 Macro localización

Según lo mencionado por Martínez (2019), Santander es uno de los 32 departamentos de Colombia, ubicado al noreste del país en la región andina con una población de 2280908 habitantes para el año 2008 según el censo población, siendo el sexto departamento por población. Conformado por 87 municipio agrupados en 7 provincias que son Comunera, García Rovira,

Guanentá, Metropolitana, Yariguies, Soto norte y Vélez, Su capital Bucaramanga desde el año 1886.

La problemática que se evidencio de la sobre producción de residuos generados por el área metropolitana de Bucaramanga donde más de 1000 toneladas/día se generan y se disponen en el relleno sanitario (carrasco), esta área metropolitana está compuesta por 4 municipios los cuales son: Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta.

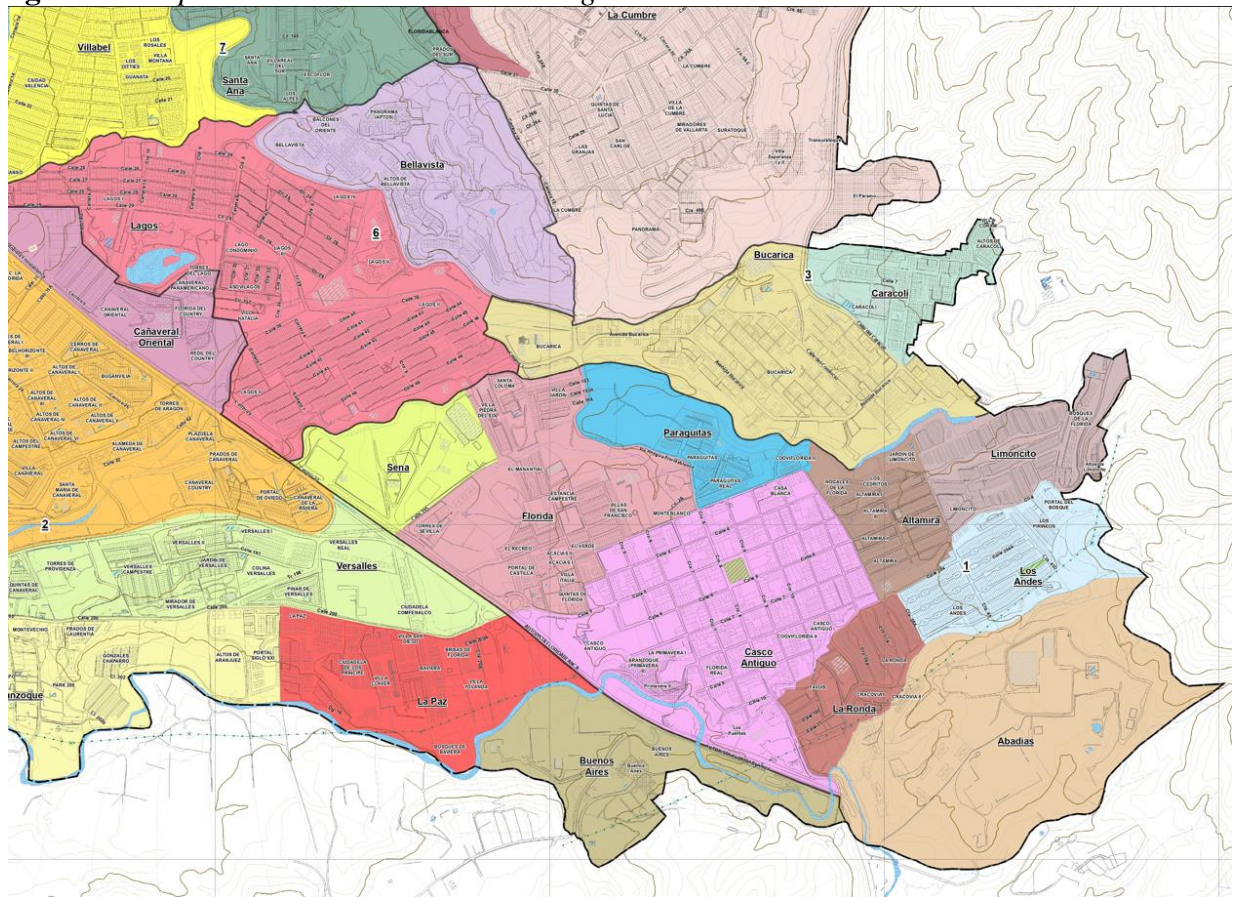
Figura 1. Mapa Bucaramanga y área metropolitana



3.1.2 Micro localización

Floridablanca es un municipio perteneciente a el área metropolitana de Bucaramanga de acuerdo con datos del DANE posee 316200 habitantes quedando en posición como la segunda ciudad por habitante en Santander, conocida por sus obleas, turismo, parques, centros comerciales, clínicas, educación de alta calidad y progreso de la región. Igualmente, ha contribuido con un gran aporte al desarrollo del departamento de Santander con su crecimiento urbanístico, en la siguiente figura se apreciará el mapa de Floridablanca sectorizado por sus barrios y se logra apreciar que compone el casco antiguo de Floridablanca.

Figura 2. Mapa de Floridablanca casco antiguo



Tomado de Alcaldía de Floridablanca (Nile-Theme, s.f.-a)

A efectos de conocer y establecer las posibles comunidades que quieran formar parte de la propuesta planteada a través de este proyecto, se debe realizar una recolección de información cualitativa y/o cuantitativa a la población residente en el casco antiguo de Floridablanca, específicamente a más de 5 conjuntos residenciales de la zona para lo cual se elaborara un cuestionario y sus datos, serán procesados con el fin de delimitar y escoger la población que pertenecerá y participara en el proyecto.

3.2 Fortalecimiento de capacidades de la población de estudio

Con el fin de garantizar que la población participe y sepa de manera eficaz la clasificación de sus residuos, a través del proceso de fortalecimiento de capacidades se busca realizar capacitaciones a la población, se busca mejorar las habilidades, conocimientos, competencias y recursos la población objetivo está delimitada a la población del municipio de Floridablanca, con ayuda de la personería municipal se quiere llegar a diferentes poblaciones desde (conjunto residencial, personal de oficina, colegios públicos o privados, sectores rurales, etc....) con el fin de dar a conocer la importancia de los residuos sólidos, su clasificación según la resolución 2184 del 2019, los residuos orgánicos aprovechables y la vermicultura como tecnología de aprovechamiento y reducción de residuos para que los interesados repliquen la tecnología y funcione óptimamente por esto se deben realizar charlas que capaciten a la comunidad, donde se motive y dé a conocer la gran importancia de clasificar los residuos en la fuente ya que a realizar esta selección se genera impactos positivos en los componentes ambientales, sociales y económicos.

3.2.1 Residuos solidos

Los residuos sólidos con una problemática a nivel global el cual afecta a las comunidades. Estos desechos, generados en las actividades cotidianas, generan un desafío significativo para la salud pública y el medio ambiente. Se exploró e indagó la definición de los residuos sólidos, la problemática actual mundial y los impactos negativos que son ocasionados por su gestión inadecuada. Además, analizaremos la importancia de que las comunidades deben ser capacitadas y concientizadas para abordar esta problemática de manera responsable y colectiva.

3.2.1.1 Definición de residuos sólidos. Los residuos sólidos son aquellos materiales que se generan de las actividades humanas (hogar, industria y comercio). Tal como señalan en Verde (2023), estos desechos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos y peligrosos o no peligrosos para la salud y el medio ambiente.

Es importante realizar una buena clasificación de los residuos en la fuente debido a que gran parte de estos pueden ser reciclados o reutilizados y separarlos para evitar que se contaminen de aquellos que no pueden ser aprovechados y su disposición final es almacenarlos o eliminarlos, con esto se reduce gran parte de los residuos que pueden terminar en vertederos disminuyendo el impacto ambiental.

A pesar de que la clasificación de los residuos a algunas personas les parezca una compleja tarea esta se puede realizar a través de un sistema de clasificación por colores, pero también se puede clasificar por sus características y composición lo que nos arroja la siguiente clasificación orgánico, inorgánicos, peligrosos, biodegradables, no biodegradables, reciclables, etc...

3.2.1.2 Problemática actual. La producción, el consumismo y la mala gestión de los residuos, han dado lugar a nuevos desafíos. El primer de los desafíos es el crecimiento de volumen

desmesurado de residuos, lo que ha llevado a la saturación de los sitios de disposición final y la acumulación de desechos en espacios naturales y cuerpos de agua.

Además, la falta de infraestructuras para lograr un buen manejo de los residuos ha llevado a prácticas inadecuadas, como la quema a cielo abierto lo cual libera gases tóxicos y contribuye al cambio climático. Asimismo, la contaminación de los suelos y acuíferos con lixiviados y productos químicos los cuales ponen en riesgos la salud de las personas y la biodiversidad.

3.2.1.3 Impactos negativos. Los impactos negativos de la problemática de los residuos sólidos son diversos y afectan a múltiples áreas:

- Medio ambiente: contaminación a los recursos naturales como el aire, suelo y agua afecta negativamente a los ecosistemas y la biodiversidad, poniendo en peligro la supervivencia de especies animales y plantas.
- Salud pública: la acumulación de los residuos puede provocar enfermedades respiratorias y gastrointestinales, además de aumentar la proliferación de plagas y vectores.
- Cambio climático: la quema de residuos libera gases de efecto invernadero, como el metano y el dióxido de carbono, que contribuyen al calentamiento global.
- Estética: la presencia de basuras en calles y paisajes naturales disminuye la calidad visual del entorno, afectando el turismo y la imagen de las comunidades.

3.2.1.4 Capacitar a la población. La capacitación y concienciación de la población es fundamental para abordar el problema de los residuos sólidos de manera efectiva y sostenible. Es vital que las comunidades comprendan la importancia de reducir, reutilizar, reciclar y también transformar. Para disminuir el volumen de residuos llevados a disposición final.

3.2.2 Residuos aprovechables

Material que en vez de eliminarse o desecharse se puede reciclar o reutilizar dando origen a un nuevo producto o sirviendo como materia prima en la fabricación de otro bien (Montero, 2023), para la técnica deseada a implementar en este proyecto los residuos que se pueden aprovechar son:

- Granos y residuos de café
- Trozos de frutas
- Restos de vegetales
- Cascaras de huevo
- Nueces y semillas
- Recortes de hierbas sin tratar
- Bolsas de te
- La pasta
- El pan
- Papel
- Residuos de poda

Por medio de cartillas y reuniones se le especificara a la población del conjunto seleccionado los residuos biodegradables clasificados que deberán disponer en el sitio de la planta piloto para colaborar con el proyecto.

3.2.3 Técnica de aprovechamiento vermicultura

La vermicultura, también conocida como lombricultura, es una técnica de aprovechamiento sostenible, el cual utiliza lombrices para descomponer materiales orgánicos y convertirlos en un fertilizante llamado “humus de lombriz”. En la capacitación se buscará dar conocimiento a la población de estudio: que es la vermicultura y cuáles son los residuos comunes que se pueden aprovechar en el proceso. A través de la educación en la gestión de los residuos aprovechables, se impulsó las practicas responsables y contribuir a la conservación del medio ambiente.

3.2.3.1 Que es la vermicultura. La vermicultura es un proceso de compostaje que implica el uso de lombrices por medio de la especie roja californiana (*Eisenia foétida*), para descomponer materiales orgánicos biodegradables. A medida que las lombrices consumen los residuos, liberan enzimas y microorganismos benéficos que aceleran la descomposición y transformar los desechos en un abono natural y rico en nutrientes.

3.2.3.2 Residuos aprovechables por la vermicultura. Existen numerosos residuos orgánicos que pueden ser aprovechados por medio de la vermicultura. Algunos de los más comunes son:

- Restos de alimentos: los residuos generados de la cocina, como lo son cascaras de frutas y verduras, restos de café y té. Estos materiales son ricos en nutrientes y proporcionan una gran fuente de alimentos para las lombrices.
- Residuos de jardín: hojas secas, recortes de césped y plantas, ramas pequeñas y flores marchistas también son ideales. Estos materiales aportan una variedad de nutrientes y ayudan a mantener el equilibrio en el sistema.

- Residuos de papel y cartón: papel periódico, cartón triturado y cajas de cartón sin impresiones a base de tinta. Aportan carbono a la mezcla y mejoran la estructura del compost.

3.2.3.3 Importancia del aprovechamiento de residuos en la vermicultura. El aprovechamiento de residuos en la vermicultura tiene múltiples beneficios tanto ambiental como económico:

- Reducción de residuos: al aprovechar y transformar los residuos orgánicos por medio de la vermicultura, se reduce la cantidad de desechos enviados a los sitios de disposición final, lo que contribuye a disminuir la contaminación ambiental y la generación de gases de efecto invernadero.
- Producción de abono orgánico: el vermicompost producido es un fertilizante rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para el suelo, lo que mejora la salud de las plantas y aumentan la productividad agrícola.
- Ciclo sostenible de nutrientes: la vermicultura permite cambiar el ciclo lineal en circular debido a que por medio del fertilizante con gran cantidad de nutrientes vuelven al suelo y evitan la dependencia a los fertilizantes químicos.

3.3 Proceso de vermicultura

Como sabemos el vermicompostaje o lombricultura es una técnica atractiva para la reducción de los residuos que se llevaran a disposición final, sin embargo, es importante tener presente las dimensiones de la vermicompostera, la población de lombrices y su especie, el tipo de

alimento, factores abióticos y el constante monitoreo con el fin de garantizar que la producción de humus de lombriz sea óptimo.

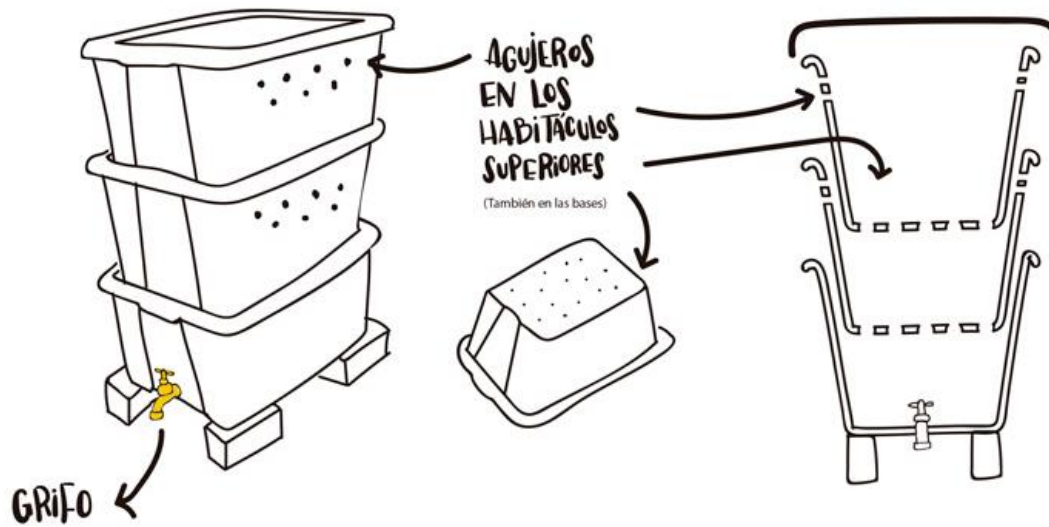
3.3.1 Diseño vermicompostera

Existen muchos tipos y diseños de vermicompostera, para este proyecto se buscará realizarla en forma torre donde tendrá como mínimo 3 pisos los cuales poseen alturas de 30 a 50 cm, el piso más bajo es donde se recogen los lixiviados del vermicompost sin embargo estos lixiviados son también conocidos como humus líquido que también es aprovechable. Las características de este contenedor es que se encuentra sellado con el exterior, con una pequeña inclinación con el fin de dirigir los fluidos hacia una llave de paso que permite evacuar de manera práctica sin necesidad de levantar los otros pisos.

El piso intermedio o inicial es donde se comienza la cría y producción de lombriz todo depende de que cantidad de especímenes arranca el proyecto, es importante tener una capa de sustrato o lecho de alrededor de 2 a 4 cm de altura normalmente se usa fibra de coco ya que esta es natural y resistente además que proporciona una buena retención de humedad.

El piso 3 y siguientes están diseñados igual que el intermedio sellado con el exterior sin embargo su labor se encuentra al momento que el piso anterior se encuentra totalmente lleno se inicia la alimentación en el piso de arriba para que las lombrices migren y dejen libre el contenedor o piso lleno de humus de lombriz y sea más sencillo extraerlo.

Figura 3. *Vermicompostera tipo torre*



BANDEJA SUPERIOR

Cuando la bandeja intermedia está llena, volvemos a crear un lecho para que las lombrices empiecen de nuevo. Sólo en las bandejas superiores se realiza el proceso de compostaje.

BANDEJA INTERMEDIA

Es la primera que usamos, cuando ya está llena. Colocamos la bandeja superior y dejamos que las lombrices hagan su trabajo.

BANDEJA INFERIOR

Se encarga de recoger el humus de lombriz que cae de las bandejas superiores. Es un fertilizante líquido muy bueno para tus plantas. Aquí nunca hay lombrices.

Tomado de (Vermicompostaje Doméstico | Guía Paso a Paso, 2017).

3.3.2 Lombrices y sustratos

Luego de tener construida la vermicompostera para arrancar con el proceso de aprovechamiento se debe traer la especie de lombriz que funcione con esta tecnología no toda lombriz es óptima y menos las que encontramos en el suelo o llamadas lombriz de tierra esto debido a que no acostumbran a hacer colonias, pelean por el territorio y finalizan optando por el canibalismo como alimento en vez de los desechos que se le suministran, por lo cual la especie

escogida comprada en criaderos certificados será la *Eisenia Foétida* o conocida comúnmente como lombriz roja californiana por su parte en *Lombriz Roja Californiana – Revista Landuum* (s.f.), miden entre 8-10 cm de largo y con un grosor de 3-5 mm de diámetro, normalmente se encuentran dentro de la materia orgánica que está en proceso de descomposición también en estiércol húmedo, gracias a su carácter voraz cada individuo consume diariamente lo equivalente a su peso alrededor de 1 gramo para los adultos.

Y al igual que en su alimentación su reproducción es rápida la cúpula se realiza cada 10 días máximo y los huevos eclosionan después de 14 a 21 días dando a nacer alrededor de 2 a 21 lombrices blancas de 1mm de largo.

La importancia de esta especie para el medio ambiente en los ecosistemas terrestres para la vermicultura como la producción de abono orgánico, empleadas para evaluar la calidad del suelo y enriquecen el medio donde se encuentren dándole nutrientes y aireación.

Para su alimentación es importante recalcar el contexto de la problemática que se quiere solucionar y la ubicación donde se empleara, teniendo presente que se aprovecharan residuos orgánicos producidos en el hogar la mayoría de los desechos biodegradables que se producen son: Granos y residuos de café, Trozos de frutas, Restos de vegetales, Cascaras de huevo, Nueces y semillas, Recortes de hierbas sin tratar, Bolsas de té, La pasta, El pan, Papel y Residuos de poda.

3.3.3 Monitoreo

Es importante establecer constante monitoreo en el vermicompost las temperaturas presentes dentro de la vermicompostera deben estar alrededor de 15 a 25° la humedad debe estar entre el 70 al 80% y el pH debe ser neutro entre 5 y 9 pueden tolerar las lombrices.

En casos de olor a podrido puede ser por falta de aireación o exceso de humedad, se debe airear y adicionar materia seca.

En caso de que la materia no se descomponga es por exceso de aire y falta de humedad como solución se debe regar de manera uniforme o agregar más restos frescos.

3.4 Análisis abono orgánico

Un abono orgánico tal como señala Acosta (2023) es aquel provenga de origen animal o vegetal y este genere un aporte positivo a las características del suelo, sea por aportar nutrientes y fertilidad. Estos deben ser preparados de manera óptima antes de aplicarlos en el suelo.

Entre los tipos de abonos orgánicos se tienen presentes los siguientes: compost, humus de lombriz, cenizas de madera, posos de café, ramas y hojas trituradas, estiércol y bocashi.

3.4.1 Humus de lombriz

El humus de lombriz es el excremento de las lombrices conforme a lo expresado en Lombritec (2022), es un abono orgánico rico y valiosos por sus componentes ya que no se encuentran en ningún otro acondicionador de suelos, la materia prima determina los nutrientes que se obtendrán para el producto de esto determinara si es un acondicionador de suelo o fertilizante completo (estiércol). El humus es un producto natural sin aditivos y sostenible para el medio ambiente y debe utilizarse principalmente cuando se debe fertilizar o plantar vegetales para el consumo humano.

3.4.2 Características fisicoquímicas

Para determinar que el abono orgánico que obtenemos es de calidad y presente los nutrientes estándares para su uso, debemos analizar diferentes parámetros fisicoquímicos en el laboratorio los cuales son: humedad, temperatura, pH, Conductividad eléctrica, carbono total, nitrógeno total y fosforo total

Se escogerá como control un abono tradicional de uso comercial, también se estudiará el humus de lombriz y el humus liquido (lixiviados), todas estas muestras se caracterizarán por duplicado.

3.4.2.1 Humedad. La humedad es el contenido de agua presente en el abono. A través del método Gravimétrico que consiste es el único método directo que se realiza tomando una muestra del abono, se pesa inicialmente, luego se somete a desecado y se logra establecer su porcentaje de humedad. Esa muestra estará seca cuando adquiera un peso constante a una temperatura de 105°C. Esa muestra debe estar libre de residuos sólidos que afecten su peso y su resultado. Igualmente necesitaremos un tubo saca muestras sencillo y completamente limpio que consistente en un tubo delgado de latón, 50 mm de diámetro y 150 mm de longitud, montado en el extremo de una manija en forma de T y de 90 cm para los tubos de 19 mm.

Ya en el Laboratorio se pesa la muestra en el contenedor y se colocan en un horno secador que es capaz de mantener una temperatura de $105 \pm 0,5^\circ$ C. Luego de obtener el secado, la muestra se pesa nuevamente, y así la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de una muestra es la medida del contenido de la humedad

3.4.2.2 Temperatura. La temperatura del abono puede variar por influencia de varios factores, tales como la misma humedad, pero se puede medir a través de un Geotermómetro.

3.4.2.3 PH. Tendiendo la definición del pH como la acidez o alcalinidad de una sustancia, para este caso el abono, este se puede medir a través de un instrumento de laboratorio denominado pH-metro, el cual puede ser utilizado tomando una muestra del abono con un medidor, agua desionizada, vaso precipitado, pantalla de 2mm y bolsa ziplock para la muestra.

Recoger una muestra libre de residuos sólidos, lo que se logra con un tamizaje, y usarla en dos proporciones, una con 50 ml de agua desionizada por cada 25 gramos de abono tamizado, luego mezclar por medio minuto y dejar quieto por cinco minutos y proceder a medirlo, no sin antes mezclar la solución e insertar el electrodo directamente.

3.4.2.4 Conductividad eléctrica. Es la capacidad del abono para transmitir corriente eléctrica. Y se mide de manera indirecta de la cantidad de sales que contiene el mismo, obteniendo como resultado dS/cm, resultando perjudicial si el contenido de sales es muy elevado. Esta característica del abono la podemos medir a través del pH-metro.

3.4.2.5 Nitratos. Es uno de los nutrientes que más sirven para el crecimiento de las plantas, por ello hace que el abono orgánico sea excelente en su uso al suelo.

Su medición podrá hacerse a través del método Kjeldahl, el cual comprende tres etapas que son :

- a. Digestion: A través de la cual el nitrógeno se convierte en NH_4
- b. Destilación: A través de la cual el NH_3 es destilado y recogido en un recipiente receptor.
- c. Valoración: A través de la cual se determina el Nitrógeno.

3.4.2.7 Fosfatos. Es el nutriente primario del abono, pero a diferencia del Nitrógeno y el Azufre, este es un elemento poco móvil. Uno de los métodos de medición del fosforo es el de Olsen que se basa en utilizar una solución extractora de bicarbonato de sodio, disminuyendo las concentraciones de Calcio.

3.5 Comunicar los resultados

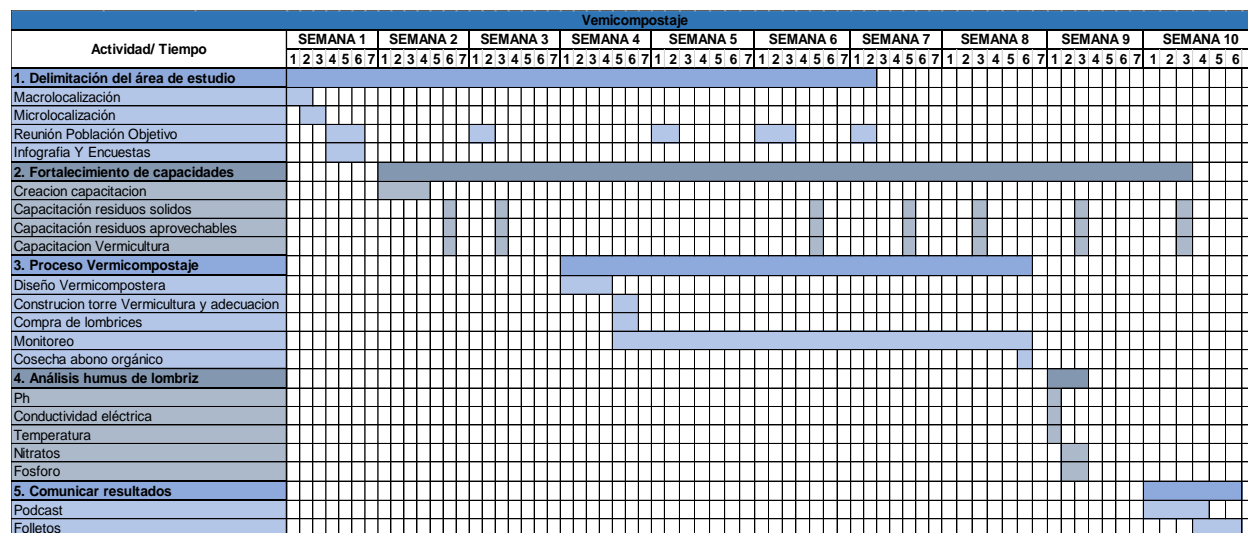
Para finalizar el trabajo y como idea principal es generar concientizar a la población aledañas y generaciones futuras se buscara difundir los resultados obtenidos, se puede dejar los registros de como emplear el vermicompostaje como alternativa sostenible, de manera practica se realizar cartillas, folletos además de un podcast explicando paso a paso como se puede realizar esta tecnología en nuestras casas con el fin de reducir los residuos generados desde el hogar y generar beneficios económicos, ambientales y sociales. También se podrá realizar charlas que motive a otros conjuntos a emplear en cada uno una planta piloto donde se capacitará a la población que desea participar y generar réplicas del sistema.

3.6 Cronograma de actividades

En el presente proyecto se realizó un cronograma detallado de actividades para garantizar el paso a paso a realizar para tener una ejecución optima del proyecto de vermicompostaje y hacer cumplimiento a todas las actividades propuestas en los objetivos del trabajo presente, donde se busca delimitar que poblaciones desean realizar o hacer parte del proyecto, realizar la sensibilización y capacitaciones pertinentes desde el tema general residuos sólidos hasta la técnica de aprovechamiento vermicultura, realizar el diseño o prototipo con apoyo de las comunidades, analizar los parámetros o características de abono obtenido y por ultimo comunicar estos resultados

para lograr sensibilizar a mayor número de población buscando generar replicas en otros sectores de la comunidad del municipio de Floridablanca.

Figura 4. Cronograma de actividades vermicultura



4. Resultados

4.1 Delimitación del área de estudio

Al determinar que nuestra área de estudio según la Macrolocalización y Microlocalización, está sujeta al departamento de Santander más específicamente al municipio de Floridablanca con ayuda de la personería municipal se busca apoyar a diferentes sectores con el fin de garantizar llegar a gran parte de la población, por esto como se observó en el cronograma de actividades se realizó una reunión previa con la población objetivó para determinar fechas posibles para la capacitación.

4.1.1 Reunión comunidad

Es fundamental el transmitir la técnica sostenible de la vermicultura, como solución posible a la reducción de residuos orgánicos en las comunidades pertenecientes, al municipio de Floridablanca Santander. Por lo cual antes de llegar a capacitar e implementar el sistema se realizó una reunión con las comunidades, para sondear el interés y disponibilidad de la población a seguir con el proceso. Por lo cual, durante el proyecto se llegaron a las siguientes comunidades.

4.1.1.1 Reunión consejo conjunto residencial Di Bari. Se realizó una reunión con parte del consejo administrativo del conjunto residencial Di Bari que se encuentra ubicado en el casco antiguo del municipio de Floridablanca, el motivo de dicha reunión fue compartir la propuesta de implementar la vermicultura como una técnica efectiva para reducir y aprovechar los residuos orgánicos generados por el conjunto el cual cuenta con más de 100 apartamentos en su unidad, como sabemos la vermicultura es una técnica sostenible y sustentable que implica uso de lombrices para descomponer residuos orgánicos y convirtiéndolos en humus de lombriz, el implementar una técnica así traería varios beneficios al conjunto Di Bari como lo es: reducción de los residuos generados en la unidad residencial, producción de abono orgánico para las zonas verdes y disminución de los costos en las cuotas por recolección de residuos por la empresa pertinente.

Durante la reunión se contó con la presencia de un miembro de la actual empresa que se encarga de la constante limpieza de las áreas comunes, así como también la presencia de Sergio Marín presidente del consejo administrativo los cuales mostraron gran interés en la propuesta, se acordó pasar la solicitud para realizar la capacitación a la comunidad ver sus interés y apoyo.

Figura 5. *Reunión con el consejo administrativo en el salón comunal del conjunto residencial*



4.1.1.2 Reunión Grupo Ambiental. Semanalmente en la personería municipal de Floridablanca se realiza una reunión ambiental donde se deciden las actividades que se desarrollarían en el transcurso de la semana, en la cual se propuso y decidió que para la fecha 19 de julio. Se realizaría la capacitación institucional PIGA. Donde los temas a tratar serian residuos sólidos, papel cero y la vermicultura.

Figura 6. *Reunión del grupo ambiental de la personería*



Figura 7. *Invitación capacitación institucional PIGA*



Capacitación institucional PIRA

Miercoles 19 de Julio

Para: Funcionarios y Contratistas

RESIDUOS SOLIDOS

PAPEL CERO

VERMICULTURA

A partir de las 2:00 p.m.

 Calle 5 #8-25 personeria de Floridablanca
Asistencia Obligatoria


Personeria de Floridablanca

4.1.1.3 Reunión Rectora Colegio María Montessori. El colegio psicopedagógico María Montessori se enteró del proyecto de vermicultura debido a que un residente del conjunto residencial Di Bari es estudiante del colegio. Los padres del estudiante comentaron a la rectora la importancia de concienciar a más niños sobre la educación ambiental y la participación en procesos sostenibles, incluso desde una edad temprana. El 6 de septiembre, en horas de la tarde el ingeniero Jesús en representación de la personería municipal de Floridablanca, y yo nos dirigimos al colegio, ubicado en el casco antiguo del municipio. Tuvimos la oportunidad de dialogar con la rectora blanca, quien nos informó que los niños ya tienen la iniciativa de participar y contribuir a la mejora del medio ambiente mediante la creación de “botellas de amor”. Este proyecto implica llenar botellas plásticas con residuos inorgánicos generados durante su recreo, promoviendo una adecuada clasificación de residuos.

Durante nuestra visita, compartimos el proyecto de educación ambiental y vermicultura, que podría enriquecer y brindar una experiencia educativa donde se destaque la importancia de inculcar en los un profundo respeto y amor por el medio ambiente desde una edad temprana. Estos niños también podrían educaran a sus familiares en estas prácticas. Les explicamos brevemente en lo qué consiste el proceso de vermicultura y la importancia de contar con recipientes adecuados, que puede ser hechos de materiales reciclables como lo son cubetas o cuñetes de pintura, que serían limpiados y adaptados para servir como hábitat para las lombrices. La idea es enseñar a los niños qué residuos de sus alimentos pueden agregar al sistema y la importancia de cuidar a las lombrices que realizan el arduo trabajo de transformación.

Figura 8. *Visita colegio Psicopedagógico María Montessori*



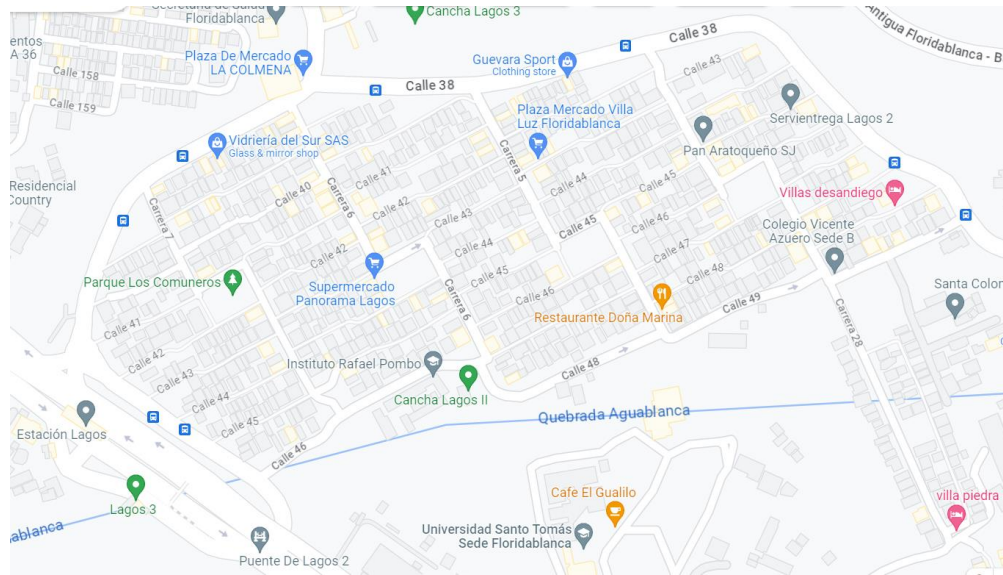
4.1.1.4 Jornada de acompañamiento barrio Lagos 2. El 8 de septiembre del 2023, se llevó a cabo una jornada de acompañamiento y de educación ambiental en el barrio lagos 2, que forma parte del Municipio de Floridablanca. Durante esta jornada, se realizó un enfoque puerta a puerta para involucrar a la comunidad, incluyendo a la Junta de Acción Comunal, en colaboración con entidades públicas y privadas como Veolia, la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Empass, Ecorecicla, Emaf y la Personera de Floridablanca.

Durante estas visitas casa a casa y negocio por negocio, se comunicó la importancia de la clasificación adecuada de los residuos. Se informó a la comunidad que los días lunes, miércoles y viernes, la empresa recolectora pasaría por cada hogar a recoger los residuos, y los días lunes, la empresa Ecorecicla, que cuenta con certificación, recogería los residuos inorgánicos aprovechables a partir de las 8:00 A.m.

Además, la Personería entregó folletos informativos sobre Acciones Judiciales, la hidrografía de Floridablanca, educación ambiental y la vermicultura como técnica de aprovechamiento de residuos orgánicos. Estos materiales tuvieron éxito en captar la atención de la comunidad, generando preguntas y solicitudes de recibir capacitación más específicas y apoyo de la Personería para implementar la vermicultura en el barrio lagos 2.

El 11 de septiembre, durante una reunión ambiental realizada en la Personería, se discutió el interés de los residentes del barrio en la capacitación mencionada. En consecuencia, se estableció contacto a través de WhatsApp con la Junta de la Comunidad para coordinar la capacitación pertinente sobre residuos sólidos, residuos aprovechables y finalmente la vermicultura. Esta capacitación busca llegar a una gran parte de la comunidad y contribuir a la reducción del volumen de residuos destinados a la disposición final.

Figura 9. *Ubicación Barrio Lagos 2*



Tomado de (*Google Maps*, s. f.-b)

Figura 10. *Inicio jornada de acompañamiento*



Figura 11. *Final jornada de acompañamiento*

4.1.1.5 Capacitación representantes colegios públicos de Floridablanca. Se realizó una invitación especial a los rectores o representantes de las escuelas públicas del municipio de Floridablanca, con el propósito de establecer una reunión en las instalaciones de la Alcaldía de Floridablanca. El objetivo primordial de esta convocatoria es informar a los invitados sobre la intención de la personería de promover e impulsar la adopción de prácticas sostenibles en el ámbito educativo.

Durante la reunión, se presentó con entusiasmo el proyecto de vermicultura que actualmente se está ejecutando, técnica sostenible que se ha implementado en diversas

poblaciones. Se destacaron los múltiples beneficios de esta práctica, que va desde la reducción de residuos orgánicos y la producción de abono orgánico.

La personería puso a disposición diferentes fechas para que las escuelas solicitaran la capacitación del grupo ambiental, donde los jóvenes podrán concientizarse a dar un paso adelante en el compromiso con la sostenibilidad y la educación ambiental.

Figura 12. *Reunión representantes colegios públicos de Floridablanca parte 1*



Figura 13. *Reunión representantes colegios públicos de Floridablanca parte 2*



4.1.2 Creación material visual infografía, encuestas y maqueta.

Se tomó la decisión de emplear material visual como una estrategia practica para llegar a la población. La utilización de estos elementos visuales, como lo son las imágenes, gráficos, encuestas, maquetas, entre otros. Ha demostrado ser una herramienta muy eficaz en la comunicación y difusión de información. Con este enfoque lo que se busca es simplificar información y llegar al público.

4.1.2.1 Infografía.

Figura 14. *Infografía vermicultura*



4.1.2.2 Encuestas.

Figura 15. Encuesta virtual vermicultura

¡Saludos!

Bienvenidos a esta encuesta sobre el fascinante tema del aprovechamiento de residuos a través de la vermicultura. La vermicultura es una técnica que utiliza lombrices para descomponer y transformar los residuos orgánicos en un valioso fertilizante natural llamado humus de lombriz. En un mundo donde la gestión adecuada de los residuos es cada vez más crucial, la vermicultura se presenta como una solución sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Esta técnica no solo reduce la cantidad de residuos que llegan a los sitios de disposición final y disminuye la emisión de gases de efecto invernadero, sino que también ofrece una manera de producir nutrientes naturales para enriquecer nuestros suelos y cultivar plantas sanas sin uso de Agroquímicos.

1. ¿Cuántas personas viven en su unidad familiar? 2. ¿La mayoría de su alimentación está basada en qué tipo de comida?

Marca solo un óvalo.

- De 1 a 2 habitantes
 De 3 a 4 habitantes
 Más de 4 habitantes

Marca solo un óvalo.

- Preparación en el hogar
 Restaurantes
 Pedir a Domicilio
 Todas las anteriores

3. ¿Qué día de la semana el camión recolector realiza la ruta por su lugar de vivienda? y sabe que día(s) recolecta los residuos orgánicos aprovechables? 4. ¿Sabe cuántos residuos genera su unidad doméstica diariamente?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Lunes
 Martes
 Miércoles
 Jueves
 Viernes
 Sábado
 Domingo

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 kilogramo
 Entre 1 a 3 kilogramos
 Entre 3 a 5 kilogramos
 Más de 5 kilogramos
 Nunca ha pesado sus residuos
 Estaría interesado en pesar sus residuos

5. ¿Con qué frecuencia saca los residuos de su hogar al cuarto destinado en el conjunto residencial o al punto destinado en su comunidad a la semana? 6. ¿De qué tamaño es la bolsa de residuos que dispone en su hogar?

Marca solo un óvalo.

- Solo una vez en la semana
 De 2 a 3 veces por semana
 De 4 a 5 veces por semana
 Mas de 5 veces a la semana
 Ninguna de las anteriores

Marca solo un óvalo.

- Pequeño
 Mediano
 Grande

4.1.2.3 Maqueta. Nuestra maqueta a escala representa el comportamiento de un vermicompostador esta fue diseñada por él. Arquitecto Edgar Pardo Pérez, Nelson y el estudiante Andres Felipe Pardo Bermúdez el fin de crear y diseñar la maqueta es para demostrar de manera practica el proceso de compostaje con lombrices llamado vermicultura o lombricultura, además el gran valor que tiene como sistema de gestión de residuos y productor de abono orgánico de calidad.

El vermicompostador que se mostrara en imágenes cuenta con 3 niveles cada uno cumpliendo una función específica en el procedimiento:

- **Piso superior:** este piso se usa al momento que el intermedio se encuentra lleno, por lo cual se empieza a alimentar en el piso superior donde se agregan los residuos orgánicos aprovechables como lo son restos de frutas y vegetales, cascara de huevos, posos de café, restos de poda, entre otros. Los cuáles serán los desechos que proporcionarán la materia orgánica, que las lombrices descompondrán.
- **Piso intermedio:** aquí se encuentran la mayoría de la colonia de lombrices hasta cuando se llena este nivel y la colonia migraría al piso superior para continuar su alimentación, sin embargo es bueno permitir que cuando se llegue a llenar el nivel se deje madurar el compost para que la colonia trabaje activamente hasta descomponer toda la materia orgánica presente, a medida que ellas se alimentan se va generando un material llamado humus de lombriz el cual es rico en nutrientes y es un excelente fertilizante.
- **Piso de recolección:** en esta última sección de la maqueta se recoge el humus líquido, también conocido como lixiviado o té de lombriz. Este líquido también es un abono orgánico y contiene una gran cantidad de nutrientes.

El propósito de esta maqueta es lograr que la comunidad visualice y comprenda de manera practica y sencilla como funciona la técnica la cual convierte los residuos orgánicos y los

transforma en un recurso valioso y sostenible, además de la importancia de generar conciencia en toda la comunidad en reducir, reutilizar y reciclar.

Entre los beneficios ambientales que trae el utilizar esta práctica se encuentra la reducción de los residuos que serían enviados a los vertederos en este caso en Floridablanca la empresa de aseo lo llevaría al relleno sanitario (El Carrasco) y producción la de abono orgánico libre de productos químicos y sintéticos.

Figura 16. *Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 1*



Figura 17. *Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 2*



Figura 18. *Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 3*



Figura 19. *Maqueta escala prototipo de vermicultura parte 4*

4.2 Fortalecimiento de capacidades

En el desarrollo del proyecto de iniciativas sostenibles y consientes, sobre las problemáticas actuales relacionadas con la mala disposición de los residuos sólidos, se realizaron varias capacitaciones a la comunidad. El objetivo es que puedan aprender cómo se realiza el aprovechamiento generando abono (humus de lombriz) y reduciendo al mismo tiempo la cantidad de residuos destinados a disposición final. De esta manera, podrán informarse sobre el tema y decidir si desean contribuir al cuidado del medio ambiente.

4.2.1 Creación capacitación

Se desarrollo una presentación en power point, para poder llegar de manera practica a la comunidad, donde como objetivo es mantener el interés y manera concisa hablar de la importación de la educación ambiental, los residuos sólidos según la resolución 2184 del 2019 (aprovechables,

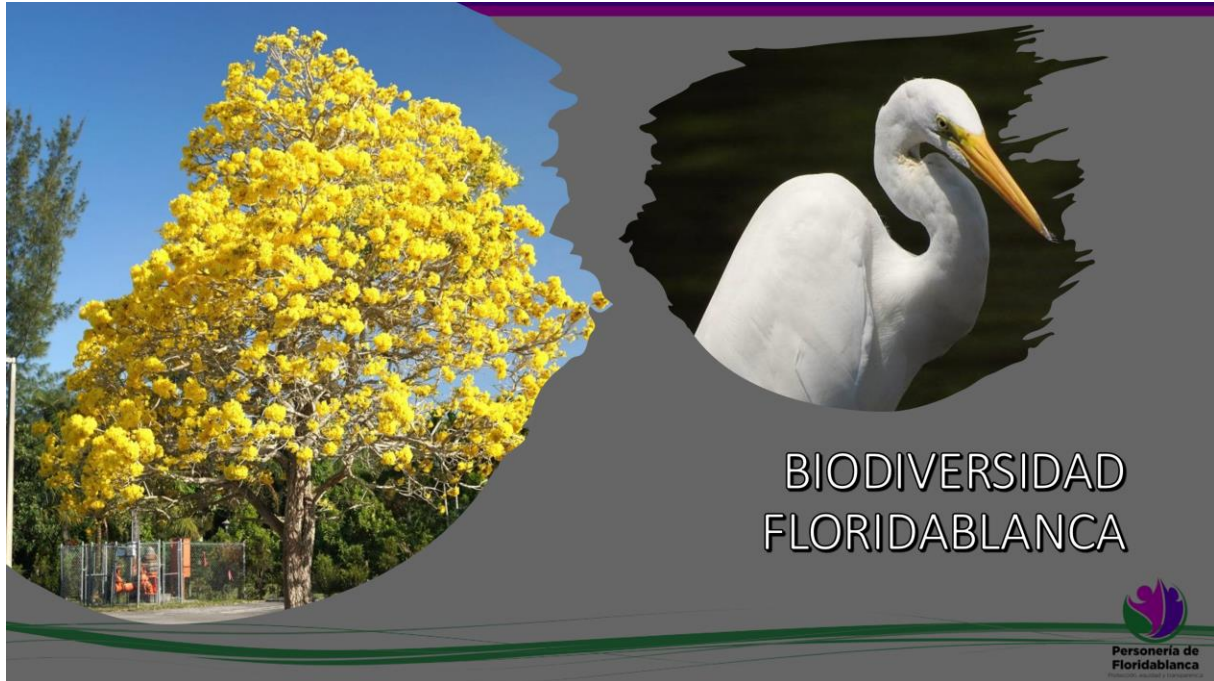
no aprovechables y orgánicos), la problemática existente con el sitio de disposición final y la técnica de la vermicultura.

Figura 20. Portada Capacitación aprovechamiento de residuos orgánicos



Figura 21. Objetivos de desarrollo sostenible



Figura 22. Biodiversidad municipio de Floridablanca**Figura 23.** Residuos sólidos

Residuos sólidos



Los residuos sólidos también conocidos como desechos son aquellas materias o sustancias que ya no tienen un uso o propósito. Su origen puede ser de carácter doméstico, comercial, industrial o institucional. El adecuado manejo de estos residuos es fundamental para el medio ambiente.

Figura 24. Consumo sostenible y responsable



Figura 25. Residuos orgánicos aprovechables

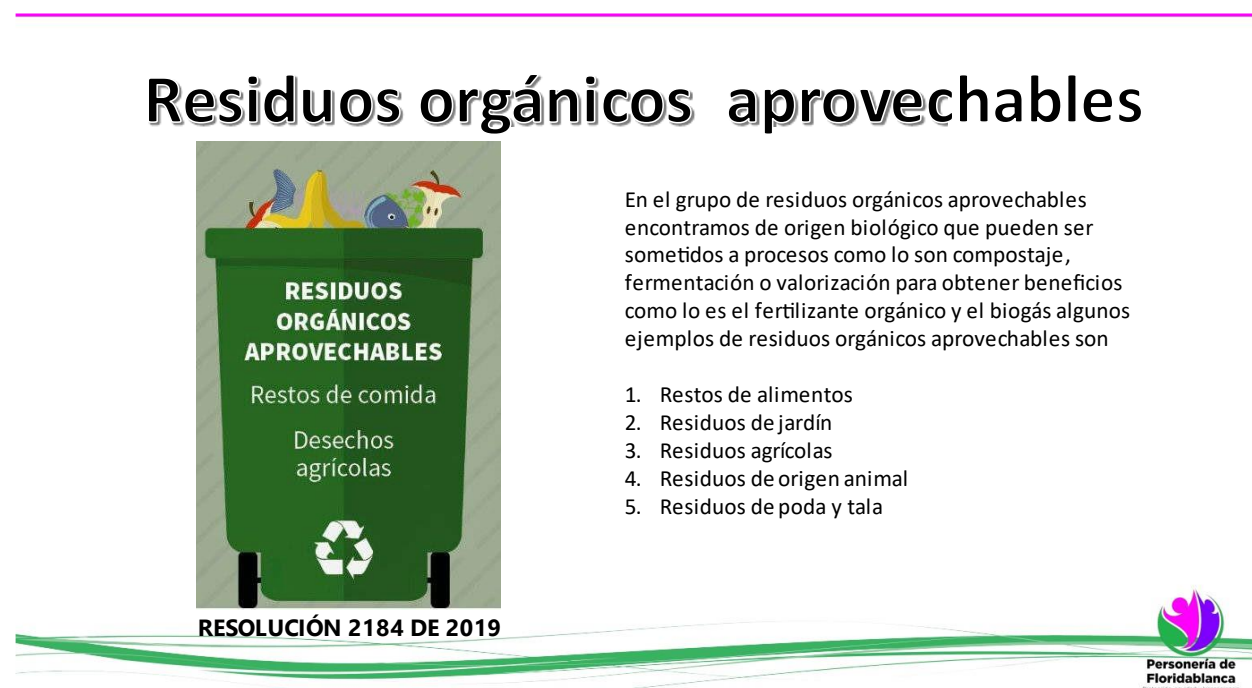


Figura 26. Problemática municipio de Floridablanca

Problemática Municipio de Floridablanca



Figura 27. Tipos de vermicompostadores

Tipos de vermicompostadores



Figura 28. *Abono orgánico*

Abono Orgánico



4.2.2 Capacitaciones residuos sólidos, aprovechables y vermicultura

Las capacitaciones que se realizaron a la comunidad con apoyo de la personería municipal de Floridablanca, donde se unieron las temáticas en la misma capacitación, ya que todos los temas son fundamentales para llegar a comprender y concientizar a la comunidad. Por lo cual, a continuación, se mostrarán las comunidades que durante el transcurso del proyecto tomaron la iniciativa de aprender sobre la técnica de la vermicultura.

4.2.2.1 Conjunto residencial Di Bari. En el desarrollo de la investigación sobre las acciones locales contra el cambio climático en el municipio de Floridablanca, se destacan las contribuciones del conjunto residencial Di Bari. Según la solicitud dirigida a la personera María Margarita Serrano Arenas, el conjunto residencial expresa su interés en unirse a los esfuerzos

territoriales para alcanzar los objetivos ambientales y participar en el PGIRS 2022, ver carta de solicitud del conjunto residencia en el apéndice A.

Debido a lo anterior, en respuesta a la solicitud del conjunto residencial Di Bari, la personería de Floridablanca está comprometida con brindar apoyo e información sobre la problemática de residuos sólidos. Con respecto a la solicitud con el radicado RI-2023-9836, se confirmaría la participación en la reunión y capacitación programada para el sábado 15 de julio de 2023. Durante esta sesión el equipo ambiental compartiría detalles sobre la gestión de residuos sólidos y la aplicación de la vermicultura como medida efectiva de mitigación, para observar la carta de respuesta al radicado RI-2023-9836 ver el apéndice B.

Figura 29. *Capacitación residuos sólidos conjunto residencial Di Bari parte 1*



Figura 30. *Capacitación residuos sólidos conjunto residencial Di Bari parte 2*



Figura 31. *Capacitación vermicultura*

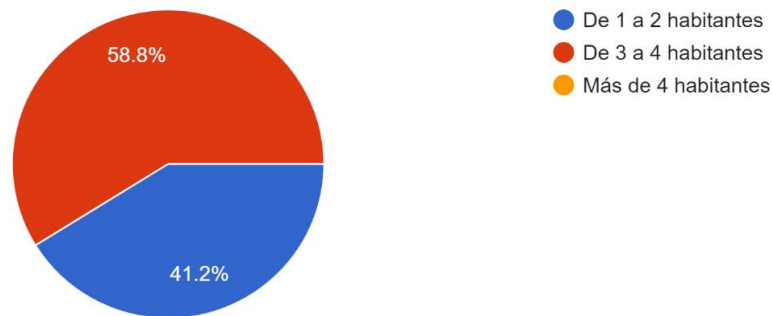


encuesta en el conjunto residencial Di Bari es de 17 apartamentos. Los resultados de esta encuesta proporcionan una visión y percepción de las actitudes de la población y permitirán identificar posibles enfoques para la implementación de futuras estrategias ambientales, se analizaron las respuestas.

Figura 33. *Respuestas encuestas Vermicultura conjunto residencial Di Bari*

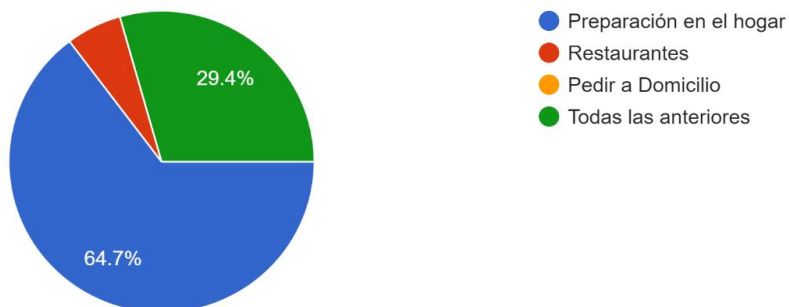
¿Cuántas personas viven en su unidad familiar?

17 respuestas



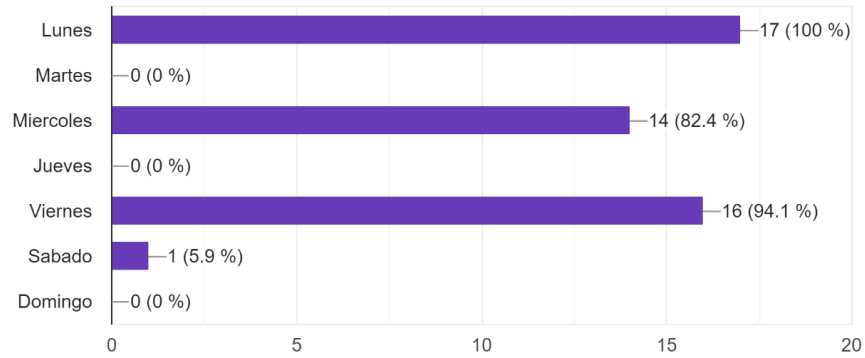
¿La mayoría de su alimentación está basada en qué tipo de comida?

17 respuestas



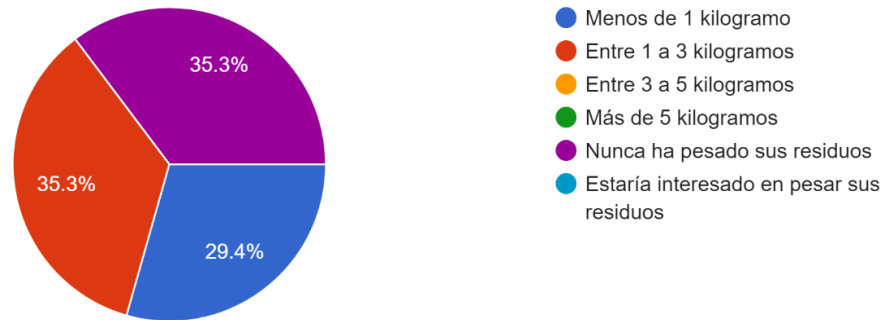
¿Qué día de la semana el camión recolector realiza la ruta por su lugar de vivienda? y sabe que día(s) recolecta los residuos organicos aprovechables?

17 respuestas



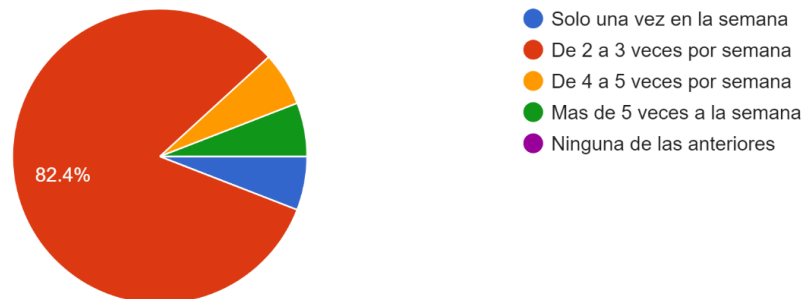
¿Sabe cuántos residuos genera su unidad domestica diariamente?

17 respuestas



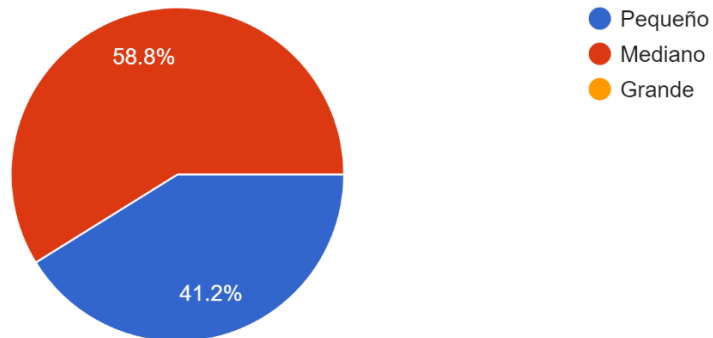
¿Con que frecuencia saca los residuos de su hogar al cuarto destinado en el conjunto residencial o al punto destinado en su comunidad a la semana?

17 respuestas



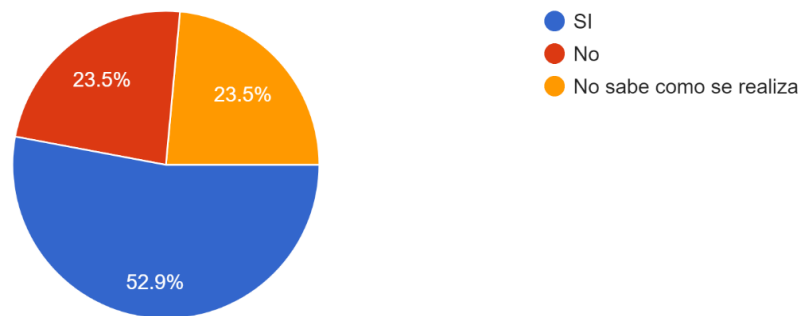
¿De que tamaño es la bolsa de residuos que dispone en su hogar?

17 respuestas



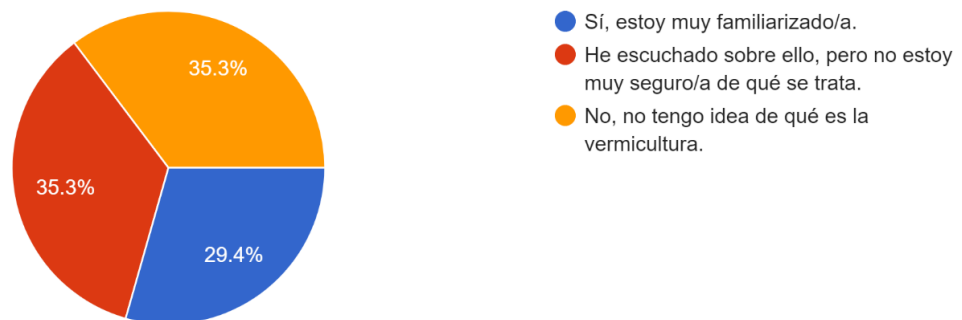
¿clasifica sus residuos según el código de basuras dictado en la resolución 2184 del 2019?

17 respuestas



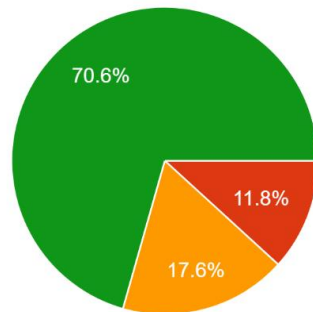
¿Estás familiarizado/a con el término "vermicultura"?

17 respuestas



¿Has practicado la vermicultura o conoces a alguien que la haya practicado?

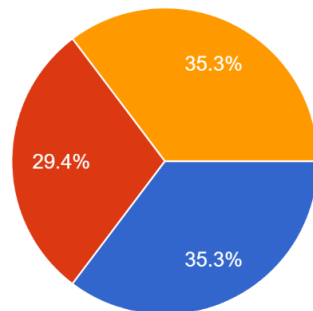
17 respuestas



- Sí, actualmente practico la vermicultura.
- Sí, he practicado la vermicultura en el pasado.
- No, pero conozco a alguien que ha practicado la vermicultura.
- No, no tengo experiencia ni conozco a nadie que la haya practicado.

¿Estarías dispuesto/a a practicar la vermicultura en tu hogar o comunidad si se te brindara la capacitación y el apoyo necesario?

17 respuestas



- Sí, definitivamente estaría interesado/a y dispuesto/a a intentarlo.
- Quizás, pero necesitaría más información y orientación antes de decidir.
- No, no estoy interesado/a en practicar la vermicultura en mi hogar o comunidad.

4.2.2.1.2 Análisis de las respuestas de la comunidad (conjunto residencial Di Bari). En el análisis de las respuestas proporcionadas por la comunidad, se destacan observaciones clave que ayudan a perfilar el ambiente en el conjunto residencial. En la primera pregunta, que busca determinar el número de habitantes por apartamento, se observa que la mayoría de los hogares tienen de 1 a 4 personas. Esto implica una alta densidad poblacional, especialmente si consideramos que el conjunto cuenta con más de 100 apartamentos.

Otra pregunta relevante es la número 2, que indaga sobre las practicas alimentarias de los encuestados para detectar producción de residuos orgánicos en sus hogares, los cuales pueden ser útiles para el proceso de vermicultura. El resultado más común entre los encuestados fue que el 64,7% prepara la mayoría de sus comidas en casa, lo cual es positivo, ya que de estas preparaciones generan residuos aprovechables.

La gestión de residuos es de suma importancia, y para ello, es crucial considerar las preguntas 4 y 7. Estas preguntas buscan conocer el peso de residuos generados diariamente en los hogares y si los encuestados clasifican correctamente según lo dictado en la Resolución 2184 del 2019.

Un tercio de la población no conoce que peso genera diariamente de residuos y un 47% de la población no clasifica los residuos, ya sea por desconocimiento o falta de interés. Esto resalta la necesidad de llegar a esta población y proporcionar educación ambiental, ya que muchos no comprenden el impacto positivo que cada hogar puede tener al contribuir adecuadamente a la gestión de residuos. Por otro lado, el restante 2/3 de la población indicaron que conocen el peso de sus residuos, que varía desde 1 kilogramos hasta 3 kilogramos diarios, no obstante, no está claro si se refieren al peso total de residuos orgánicos e inorgánicos. Además, es alentador que el 53% de la población sí clasifica los residuos, lo cual es un paso necesario para implementar un proceso de aprovechamiento.

Un hallazgo positivo se presenta en la última pregunta, donde el 35,3% de los encuestados expresa si interés en participar, ya sea individualmente o en comunidad, en la implementación del proceso sostenible de vermicultura. Otro 35,3% estaría dispuesto a participar si se les brinda más información sobre cómo contribuir al proyecto. En conclusión, aunque la encuesta está en curso,

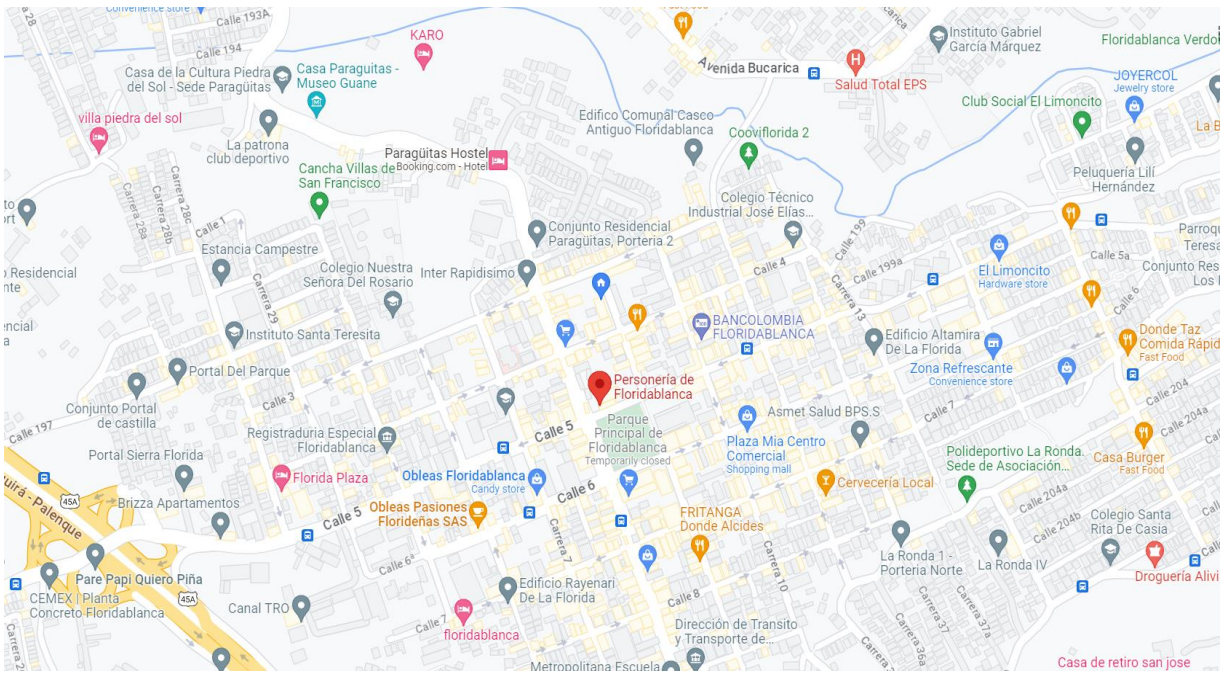
los datos preliminares nos ofrecen una visión inicial de las actitudes de los residentes hacia el entorno ambiental y su disposición a participar en iniciativas sostenibles en el conjunto residencial.

4.2.2.2 Personería municipal de Floridablanca. La capacitación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Personería municipal, la cual participaron personas de planta y contratistas especializados en diferentes áreas. Donde la asistencia fue puntual y se apreció el interés sobre las temáticas, las preguntas fueron constantes, es importante crear conciencia ambiental, todos podemos llegar aportar desde nuestro hogar por medio de estos procesos sostenibles.

A continuación, se evidenciará el mapa realizado por el estudiante de ingeniería ambiental Andres Felipe Pardo Bermúdez el cual con ayuda de la herramienta proporcionada por Google ubicó el punto de la capacitación institucional PIGA invitada y enviada para funcionarios y contratistas el 19 de Julio del 2023 de carácter obligatorio en horario laboral cuyo inicio se daría desde las 2:00 de la tarde, la cual se hablaría sobre residuos sólidos, la vermicultura y papel cero.

La capacitación institucional se realizó en la Personería del municipio de Floridablanca ubicado en el 3 piso del palacio municipal el cual se encuentra en la dirección Calle 5 # 8-25, al final de la formación o educación ambiental se tomó por medio de un listado de asistencias para verificar el número de asistentes a la capacitación PIGA los cuales se anexarán en los apéndices C y D.

Figura 34. *Ubicación Personería de Floridablanca*



Tomado de (*Google Maps, s. f.-c*)

Figura 35. *Capacitación institucional PIGA parte 1*



Figura 36. *Capacitación institucional PIGA parte 2*

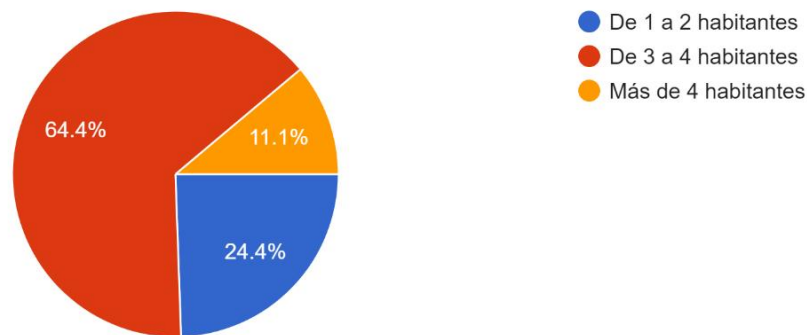


4.2.2.2.1 Resultados encuesta vermicultura personería de Floridablanca. La encuesta enviada a todos los participantes de la capacitación fue un éxito ya que 45 respuestas, lo cual convierte esta encuesta significativa ya que prácticamente todos los profesionales laborales de la entidad respondieron la encuesta, donde se obtuvieron como se aprecian en las siguientes imágenes.

Figura 37. Resultados encuesta vermicultura personería de Floridablanca

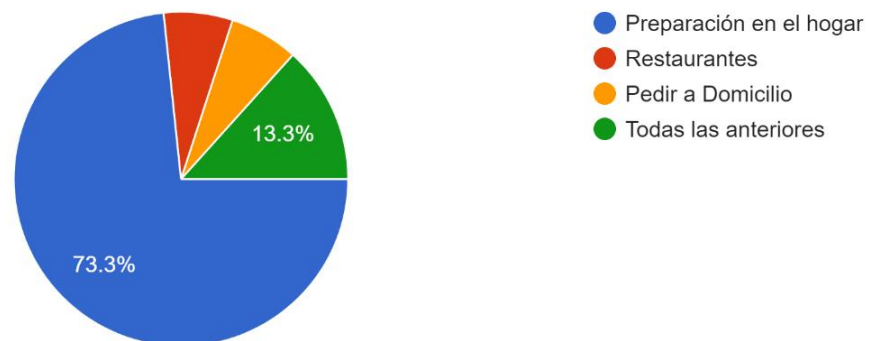
¿Cuántas personas viven en su unidad familiar?

45 respuestas



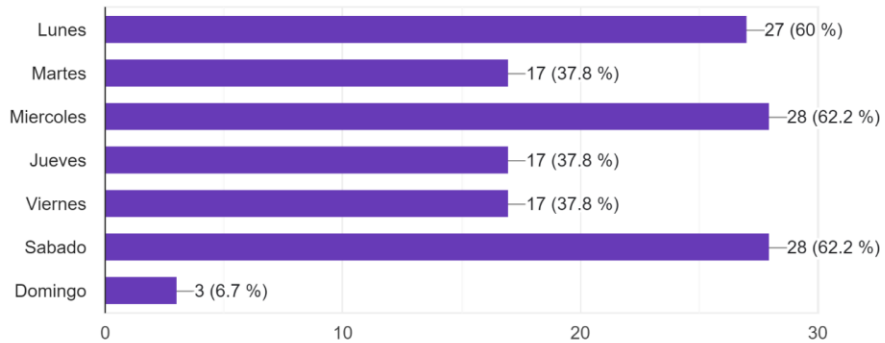
¿La mayoría de su alimentación está basada en qué tipo de comida?

45 respuestas



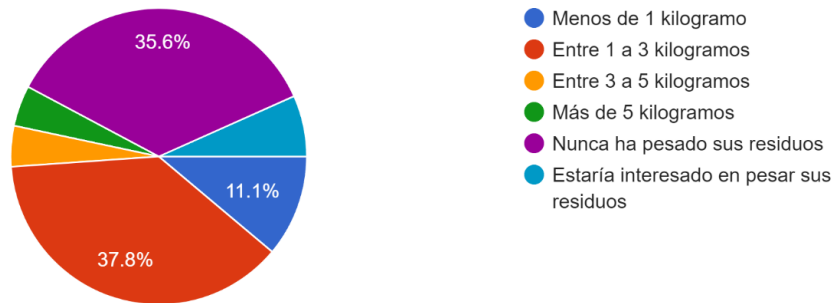
¿Qué día de la semana el camión recolector realiza la ruta por su lugar de vivienda? y sabe que día(s) recolecta los residuos organicos aprovechables?

45 respuestas



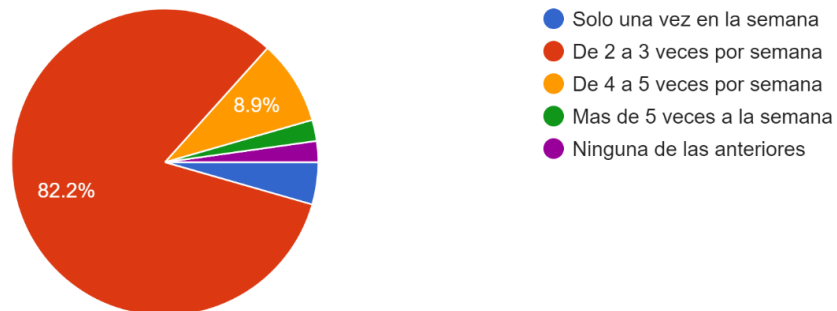
¿Sabe cuántos residuos genera su unidad domestica diariamente?

45 respuestas



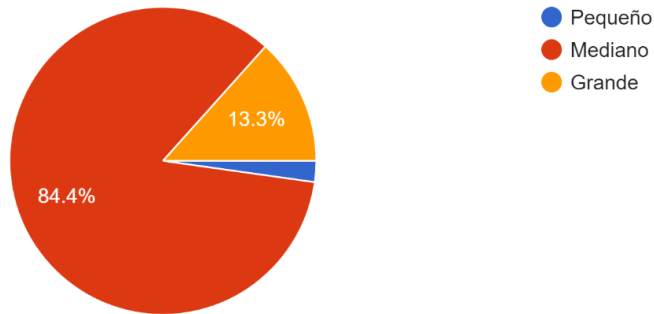
¿Con que frecuencia saca los residuos de su hogar al cuarto destinado en el conjunto residencial o al punto destinado en su comunidad a la semana?

45 respuestas



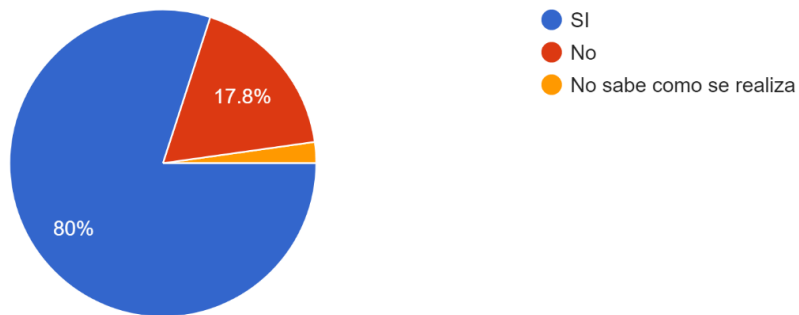
¿De que tamaño es la bolsa de residuos que dispone en su hogar?

45 respuestas



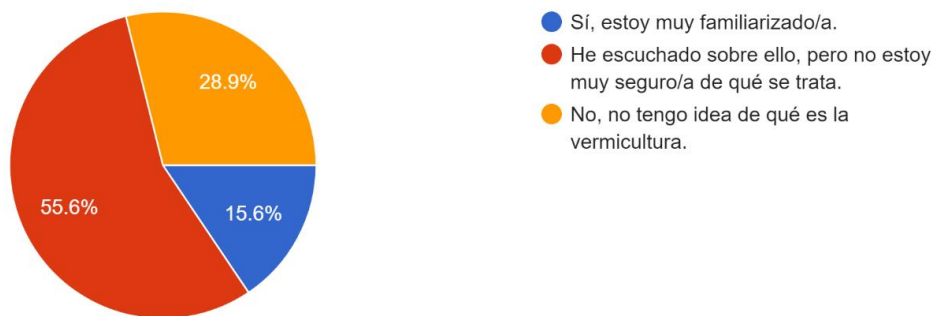
¿clasifica sus residuos según el código de basuras dictado en la resolución 2184 del 2019?

45 respuestas



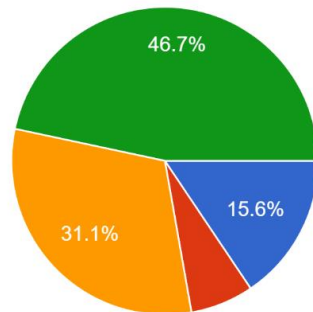
¿Estás familiarizado/a con el término "vermicultura"?

45 respuestas



¿Has practicado la vermicultura o conoces a alguien que la haya practicado?

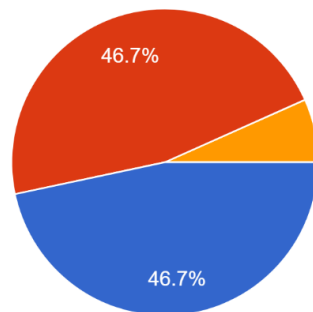
45 respuestas



- Sí, actualmente practico la vermicultura.
- Sí, he practicado la vermicultura en el pasado.
- No, pero conozco a alguien que ha practicado la vermicultura.
- No, no tengo experiencia ni conozco a nadie que la haya practicado.

¿Estarías dispuesto/a a practicar la vermicultura en tu hogar o comunidad si se te brindara la capacitación y el apoyo necesario?

45 respuestas



- Sí, definitivamente estaría interesado/a y dispuesto/a a intentarlo.
- Quizás, pero necesitaría más información y orientación antes de decidir.
- No, no estoy interesado/a en practicar la vermicultura en mi hogar o comunidad.

4.2.2.2.1 Análisis de las respuestas de la comunidad (personería municipal de Floridablanca). En el análisis de las respuestas proporcionadas por los encuestados de la entidad pública, se destacan observaciones clave que ayudan a perfilar el ambiente y el grado de concientización. En la primera pregunta, que busca determinar el número de habitantes por vivienda, se observa que la mayoría de los hogares con un 64,4% tienen de 3 a 4 personas. Esto implica una alta densidad poblacional.

Otra pregunta relevante es la número 2, que indaga sobre las practicas alimentarias de los encuestados para detectar producción de residuos orgánicos en sus hogares, los cuales pueden ser útiles para el proceso de vermicultura. El resultado más común entre los encuestados fue que el 73,3% prepara la mayoría de sus comidas en casa, lo cual es positivo, ya que de estas preparaciones generan residuos aprovechables.

La gestión de residuos es de suma importancia, y para ello, es crucial considerar las preguntas 4 y 7. Estas preguntas buscan conocer el peso de residuos generados diariamente en los hogares y si los encuestados clasifican correctamente según lo dictado en la Resolución 2184 del 2019.

Mas de un tercio de la población no conoce que peso genera diariamente de residuos y un 20% de la población no clasifica los residuos, ya sea por desconocimiento o falta de interés. Esto resalta la necesidad de llegar a esta población y proporcionar educación ambiental, ya que muchos no comprenden el impacto positivo que cada hogar puede tener al contribuir adecuadamente a la gestión de residuos. Por otro lado, el restante de la población indicó que conocen el peso de sus residuos, que varía desde un poco menos de 1 kilogramos hasta 5 kilogramos diarios, no obstante, no está claro si se refieren al peso total de residuos orgánicos e inorgánicos. Además, es alentador que el 80% de la población sí clasifica los residuos, lo cual es un paso necesario para implementar un proceso de aprovechamiento.

Un hallazgo positivo se presenta en la última pregunta, donde el 46,7% de los encuestados expresa si interés en participar, ya sea individualmente o en comunidad, en la implementación del proceso sostenible de vermicultura. Otro 46,7% estaría dispuesto a participar si se les brinda más información sobre cómo contribuir al proyecto.

En conclusión, más del 90% de los encuestados estarían interesados en implementar un sistema de vermicultura para apoyar en la reducción de residuos y generar anono orgánico. Por lo cual, la capacitación fue un éxito para crear la conciencia ambiental e iniciativa a los procesos sostenibles.

4.2.2.3 Colegio psicopedagógico María Montessori. La rectora respondió de manera positiva al proyecto y se comprometió a enviar una solicitud por correo electrónico a la personería Municipal, dando visto bueno para comenzar con el proyecto y la educación ambiental de los niños.

Figura 38. Correo electrónico rectora del colegio

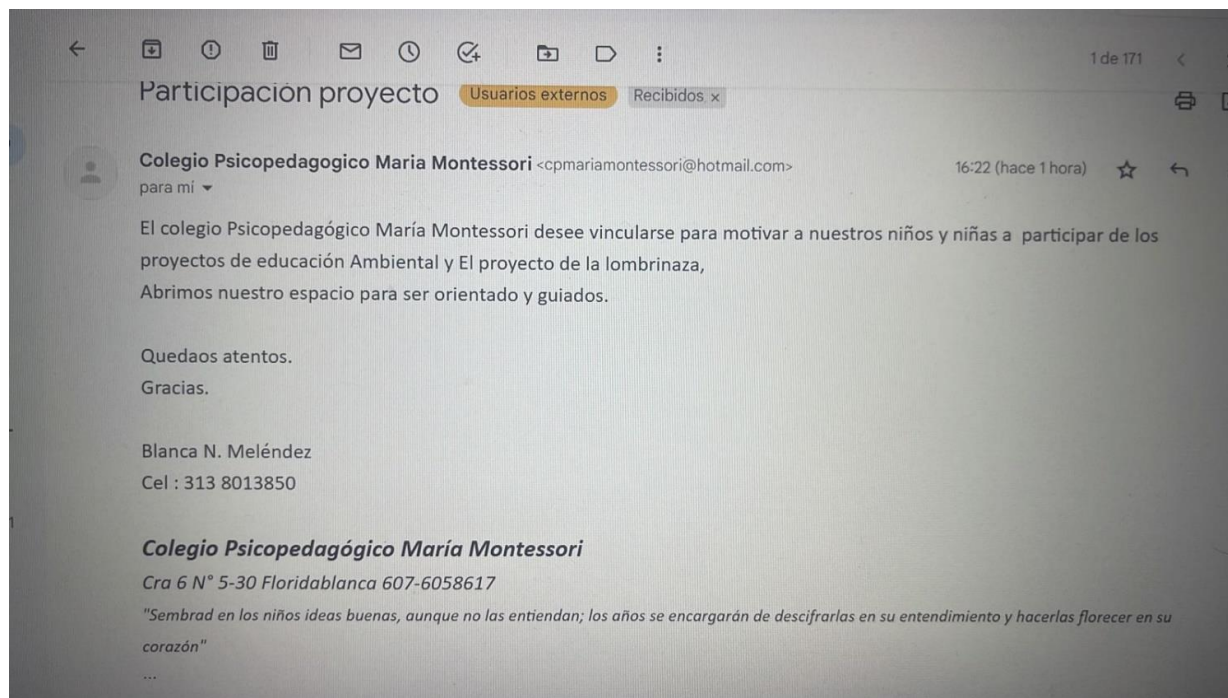
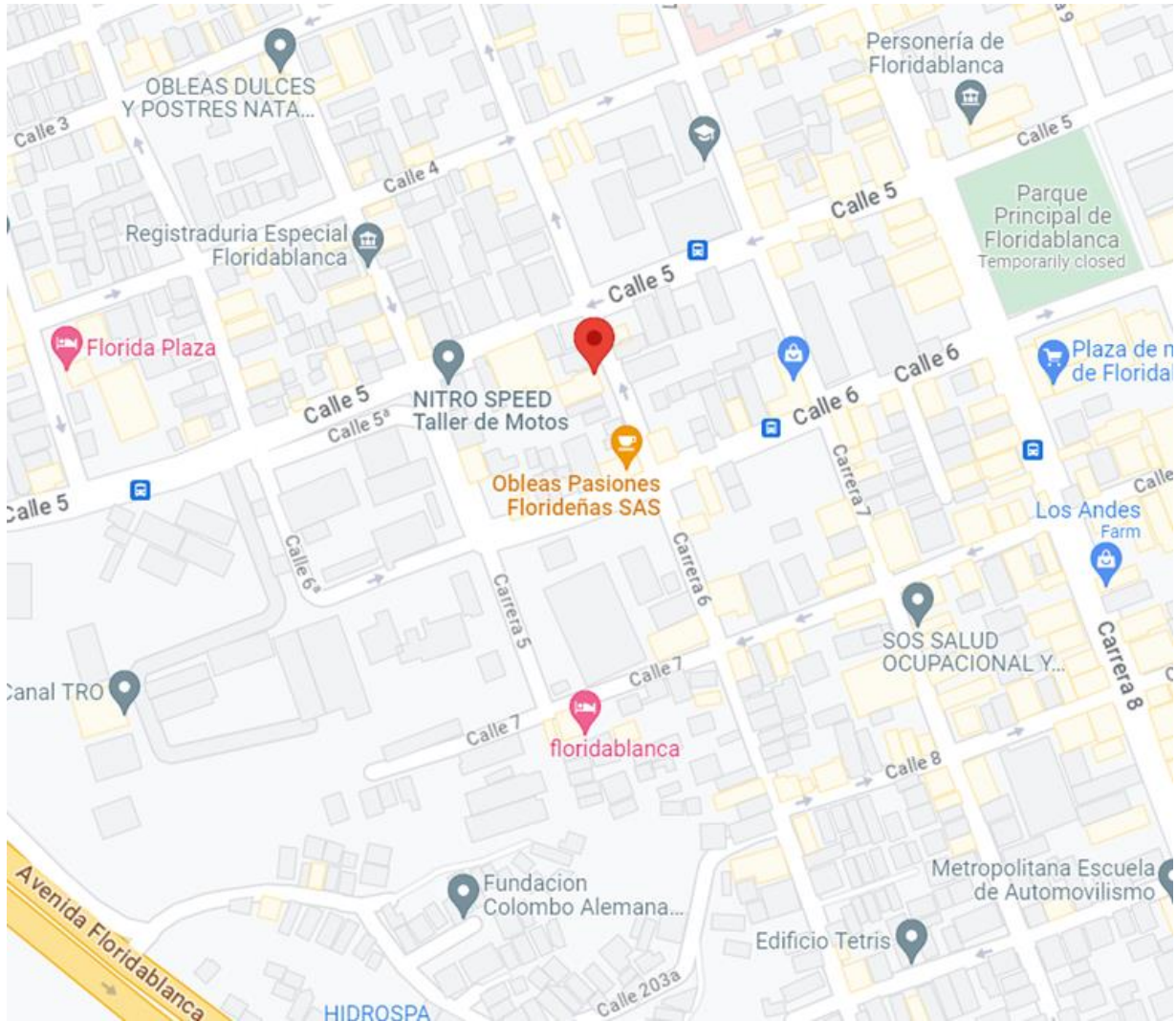


Figura 39. Ubicación Colegio Psicopedagógico María Montessori



Tomado de (*Google Maps*, s. f.)

En la reunión realizada el 11 de septiembre del 2023, en la Personería Municipal de Floridablanca el grupo ambiental dio a conocer las actividades realizadas la semana anterior y los pendientes. Donde los ingenieros Jesús y Andrés expusieron el interés del colegio Montessori por participar en el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de la técnica de Vermicultura lo cual es muy positivo ya que los infantes que estudian en dicho colegio se encuentran entre la edad de 2 a 5 años donde crear conciencia ambiental es fundamental.

Figura 40. *Capacitación colegio psicopedagógico María Montessori parte 1*



Figura 41. *Capacitación colegio psicopedagógico María Montessori parte 2*



4.2.2.4 Colegio Rafael Pombo sede A. En respuesta al llamado de los colegios públicos del municipio de Floridablanca, para concientizar la importancia de adoptar el siguiente paso a la sostenibilidad por medio del proceso de vermicultura, el primer colegio que tomo la iniciativa de solicitar la capacitación a sus estudiantes para la fecha 4 de octubre del presente año.

El grupo ambiental de la Personería asumió la responsabilidad de compartir el conocimiento a los más jóvenes en la institución, ya que estas generaciones futuras son los encargados del día de mañana proteger el medio ambiente. Durante la capacitación, el rector destaco la importancia de comunicar el mensaje ambiental de manera practica y efectiva.

El enfoque en la enseñanza del proceso de vermicultura no solo promueve la sostenibilidad, sino que también infunde a los jóvenes una comprensión de la necesidad de conservar y proteger el entorno natural. Al enseñar el cuidar de las lombrices y utilizar el humus, se genera liderazgo ambiental y defensores de la biodiversidad.

Figura 42. *Capacitación colegio Rafael Pombo sede A parte 1*



Figura 43. Capacitación colegio Rafael Pombo sede A parte 2

4.2.2.5 Colegio Madre Del Buen Consejo – barrio Ciudad Valencia. En respuesta a la reunión convocada en el consejo de la Alcaldía de Floridablanca, el segundo colegio que abordó la fecha del 18 de octubre y lastimosamente de las últimas capacitaciones que se realizarían por finalización del tiempo del convenio con la Personería de Floridablanca. El colegio Madre Del Buen Consejo solicitó a la personería, llevar al Grupo Ambiental para instruir a los alumnos de grado 9 durante la jornada de la mañana, la capacitación se adaptó aun lenguaje ya más técnico donde como inicio se instruyó la importancia de la educación ambiental el generar conciencia y transmitirla a la comunidad, la importancia de saber clasificar los residuos sólidos según la resolución 2184 del 2019 y por último la etapa de transformación de residuos orgánicos por medio de la vermicultura. Lo cual fue un éxito y tanto la maestra como varios estudiantes realizaban preguntas donde se demuestra el interés de los jóvenes.

La participación activa de los colegios públicos de Floridablanca en la instrucción o aprendizaje de la vermicultura como herramienta educativa ambiental, es un paso crucial a generar una comunidad más eco consciente. El generar estos espacios prácticos es fundamental para asegurar que los mensajes ambientales lleguen de manera efectiva a las generaciones futuras.

El esfuerzo colectivo desempeña un papel vital en la preparación de las futuras generaciones para abordar los desafíos medioambientales globales. A medida que estas prácticas ecológicas se arraigan desde la educación, se sientan las columnas y bases para un futuro más sostenible y en armonía con los recursos naturales. Como conclusión estos jóvenes instruidos y con consciencia ambiental generarán el cambio de la mentalidad de sus familiares o comunidades, los cuales podrán replicar la información y poner en práctica la vermicultura.

Figura 44. *Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 1*



Figura 45. *Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 2*



Figura 46. *Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 3*



Figura 47. *Capacitación colegio Madre Del Buen Consejo parte 4*

4.3 Proceso de vermicompostaje

En el desarrollo del proyecto, el objetivo específico número 3 se centra en la implementación sea a pequeña escala o el sistema funcional del proceso de vermicultura. Después de llevar a cabo las diversas capacitaciones con la colaboración de la comunidad del Municipio de Floridablanca y el apoyo de la Personería Municipal, se procedió a llevar a cabo las siguientes actividades.

4.3.1 Diseño de la torre vermicompostera

La primera actividad específica dentro de este objetivo fue abordar, en conjunto con la Personería Municipal de Floridablanca, la creación y diseño de la torre de vermicultura. Esta torre es el elemento central de la iniciativa para la transformación de residuos, las dimensiones y los materiales utilizados en la vermicompostera dependerán de diversos factores, como el volumen de residuos a procesar diariamente, la variabilidad de la temperatura en la región y si el lugar donde

se instalara la vermicompostera está expuesto al sol o se encuentra a la sombra. Las modificaciones necesarias se llevarán a cabo según estas circunstancias, pero se ha establecido un esquema inicial de la torre que funcionara como punto de partida.

Para llevar a cabo esta etapa, se empleó herramientas tecnológicas, para este caso, la aplicación Autodesk Tinkercad. Esta aplicación es reconocida por su capacidad de diseño en tres dimensiones y resulto ser la elección perfecta para diseñar la torre de vermicultura o sistema por niveles. En la imagen que se mostrara a continuación podremos ver la torre de vermicultura desde diferente perspectiva.

Figura 48. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 1*

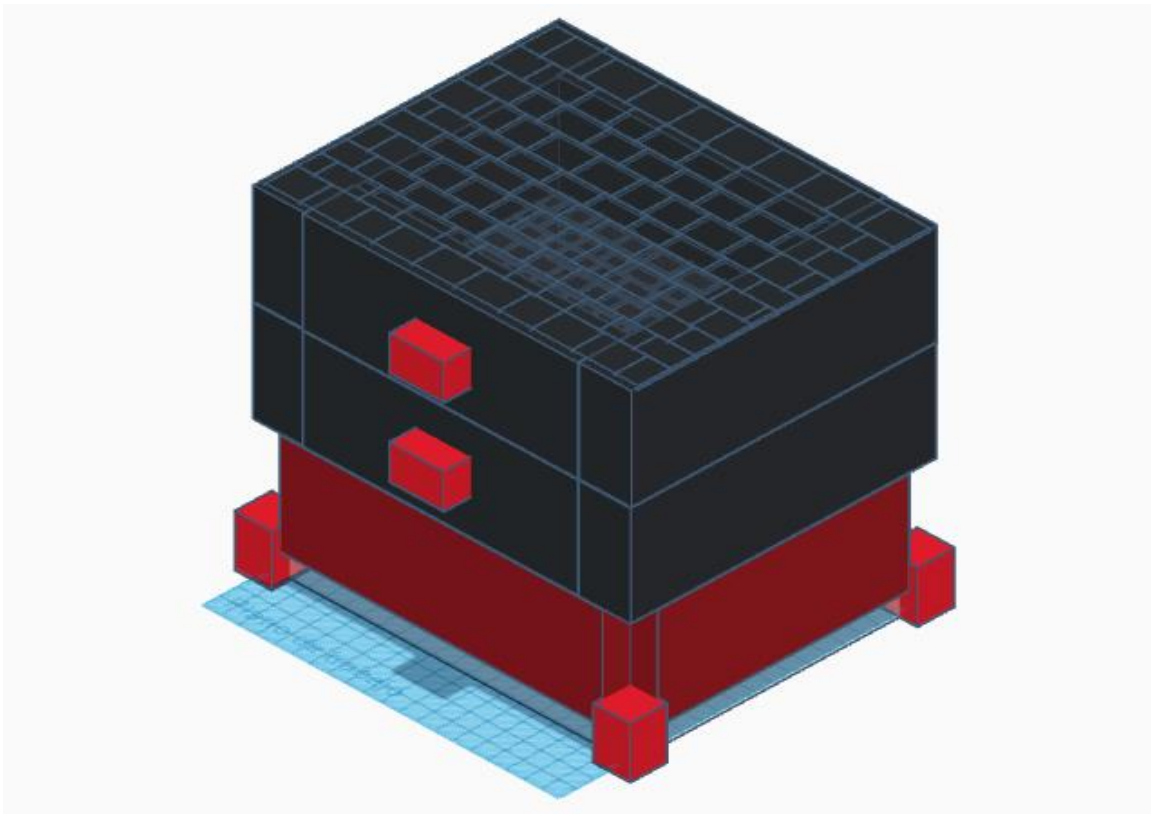


Figura 49. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 2*

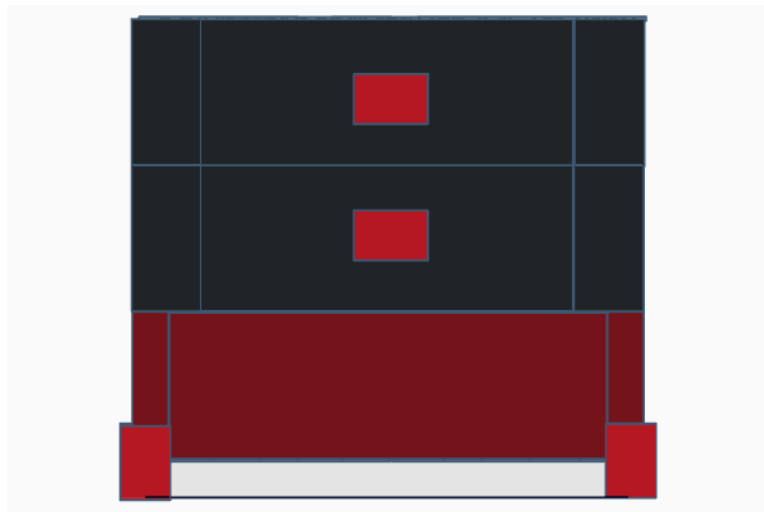
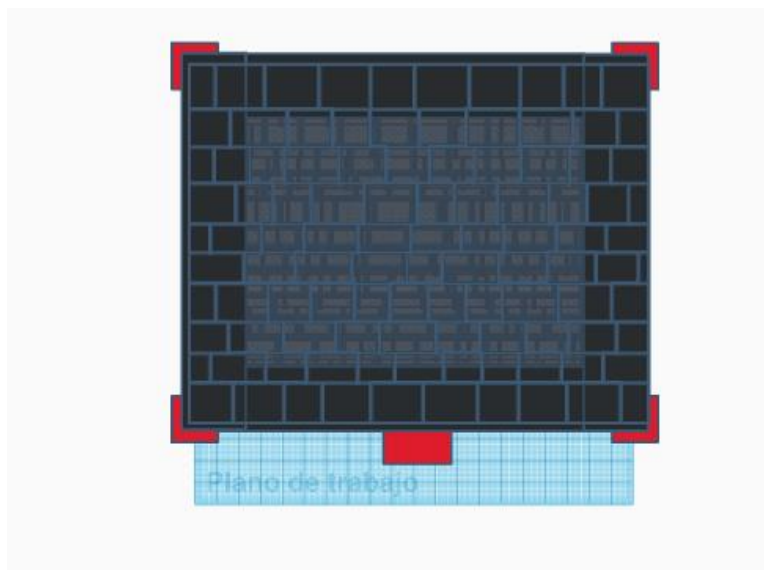


Figura 50. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sólida parte 3*



En las anteriores tres imágenes se aprecia la torre completa desde la vista esquina superior derecha, la segunda imagen desde el frente y la tercera imagen desde la vista superior. Es importante recalcar el recipiente inferior que se aprecia en las imágenes se realizó como soporte para darle una elevación y en su interior cuenta con otro cajón negro que es donde es el habitat de las lombrices y ocurrirá la transformación de los residuos, además se observa un espacio abajo

permitiendo tanto la aireación en la vermicompostera como tan bien permite colocar una bandeja plástica a la cual llegarán los lixiviados y la malla que se observa no permitirá el escape de las lombrices ni tampoco que ingresen animales exteriores, pero permitirá la circulación del aire, como a su vez la filtración de los líquidos (humus).

El enfoque de ingeniería que se utilizó en el diseño de la estructura contemplo la solides necesaria de cada parte del sistema para resistir el peso a medida que se agregan más niveles y residuos. La disposición de cajones apilables fue diseñada para garantizar un sistema robusto y funcional sin comprometer la integridad y la vida útil de la torre. Además, se prestó atención al aspecto estético de la vermicompostera, de modo que pudiera ser colocada en cualquier lugar visible para la comunidad, sin dejar de ser funcional. Las siguientes imágenes muestran la misma torre, pero con los pisos superiores transparentados para observar cada nivel en detalle.

Figura 51. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 1*

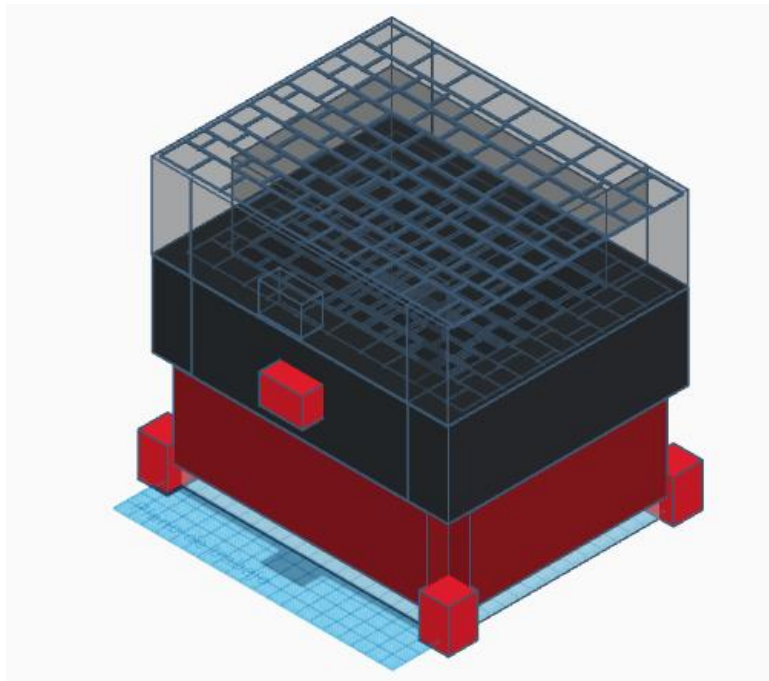


Figura 52. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 2*

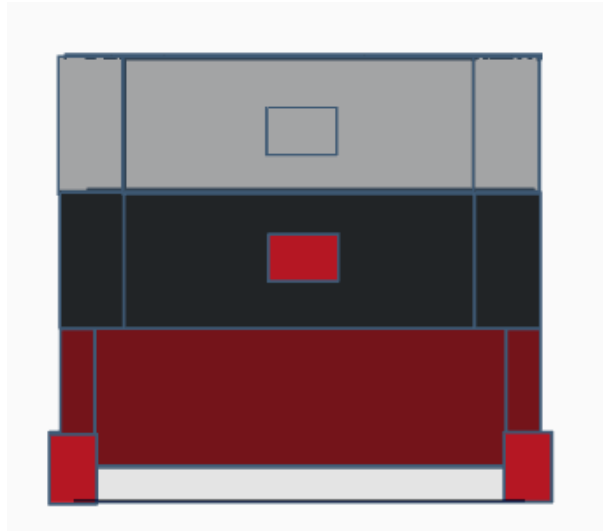
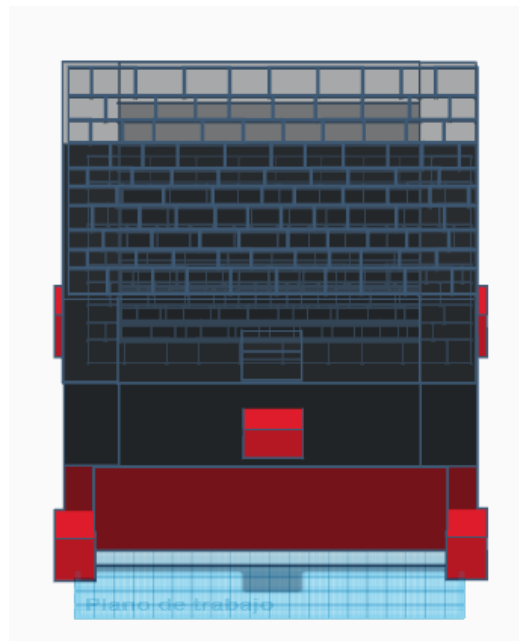


Figura 53. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin primer nivel superior parte 3*



En los anteriores casos se observó la torre de vermicultura transparentando el nivel o cajón que se encuentra más arriba de la torre.

Figura 54. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 1*

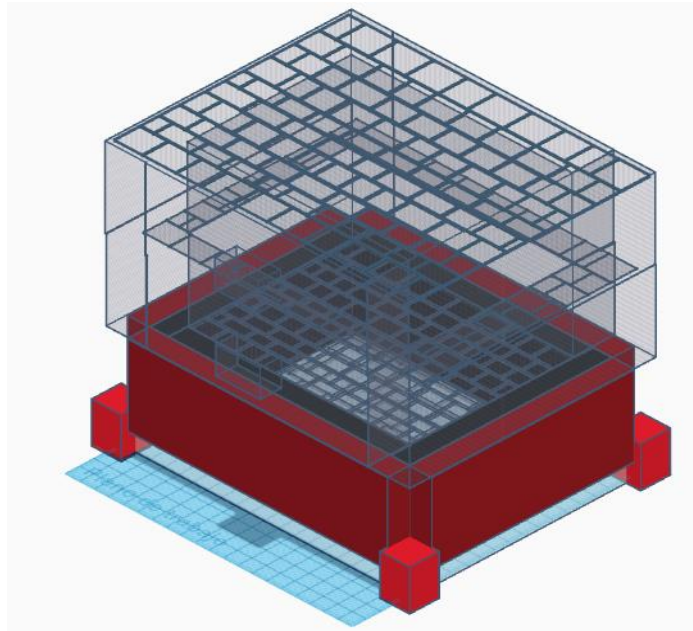


Figura 55. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 2*

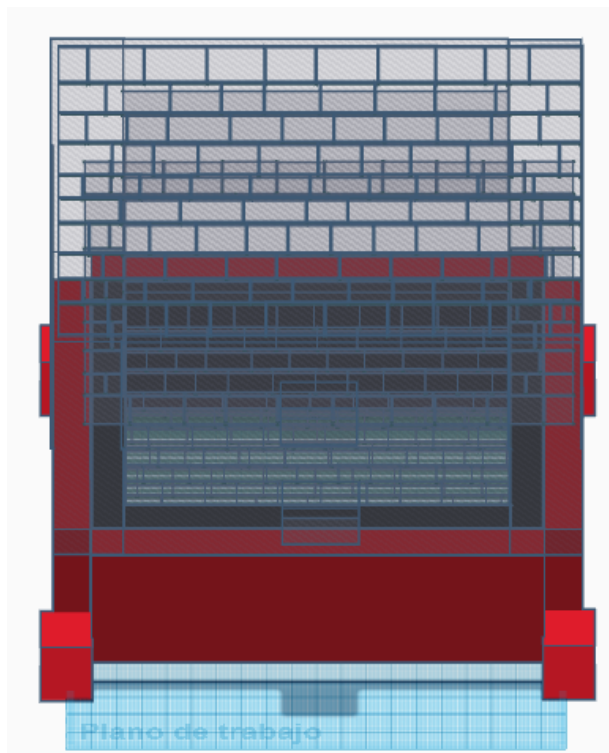
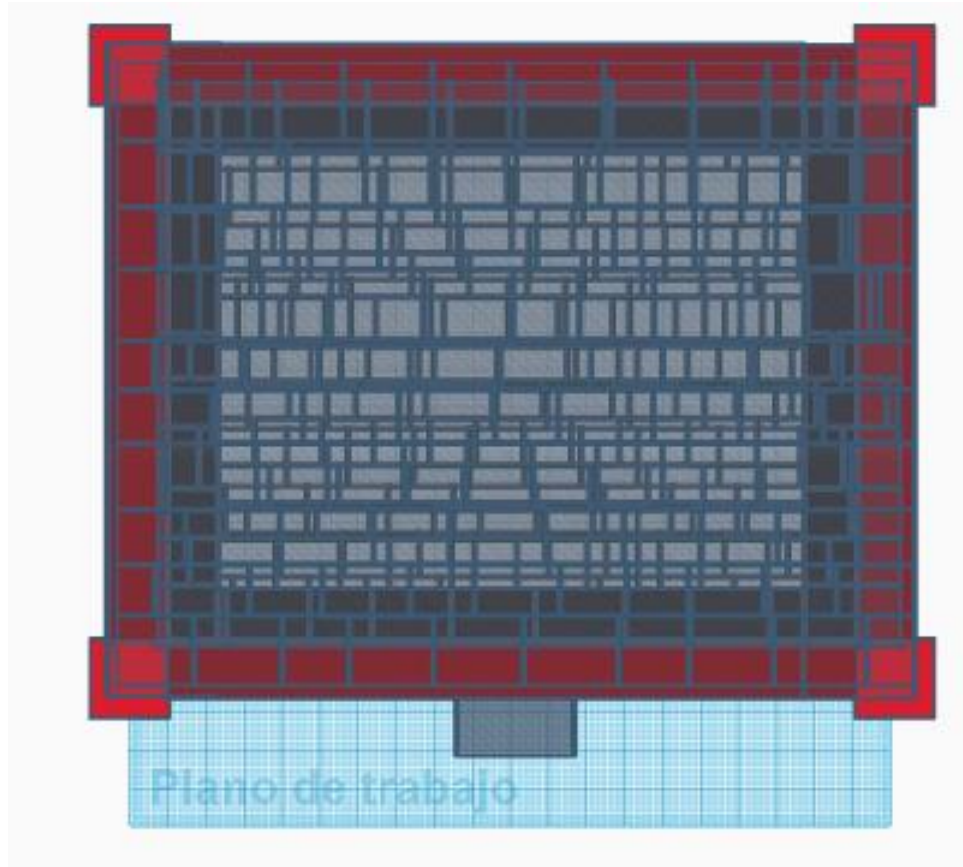


Figura 56. *Diseño en Tinkercad vermicompostera sin 2 niveles superiores parte 3*

De esta manera visual se busca explicar a la comunidad, que desea aplicar esta tecnología de aprovechamiento de residuos de manera práctica. Sin embargo, las condiciones específicas están sujetas a la población, los materiales como parte fundamental deben ser resistentes a la humedad como lo es el caso de los plásticos. La madera debe tener un sellante o capa que los proteja para que la vida útil sea mayor, las mallas pueden ser metálicas, malla mosquitera y también existen opciones como la polisombra negra que aporta oscuridad en la torre. En el caso que la comunidad o hogar pueda conseguir los materiales reciclándolos con cosas que ya no usen en el hogar mejor es muy común para hogares utilizar cavas viejas de icopor o baldes de pintura son infinitas las opciones para construir una torre de vermicultura.

4.3.2 Construcción torre de vermicultura y adecuaciones

El proyecto de vermicultura que se está desarrollando en colaboración con la Personería Municipal de Floridablanca y el estudiante de ingeniería ambiental Andrés Felipe Pardo Bermúdez, representa un enfoque ejemplar de sostenibilidad. Este proyecto busca mejorar los procedimientos y concienciar a la comunidad a través de la educación ambiental como primeros pasos hacia la sostenibilidad en el aprovechamiento de residuos orgánicos. Se brinda apoyo a la población por medio de las capacitaciones, el diseño base y sugerencias sobre los posibles materiales para la fabricación de sus vermicomposteras.

4.3.2.1 Apartamento individual. En este primer prototipo del proyecto, una familia compuesta por 4 habitantes, que residen en un apartamento, decidió participar en la creación de una torre de vermicultura diseñada para satisfacer sus necesidades, desde un enfoque proactivo y creativo, se adaptó la torre utilizando materiales ya disponibles en la familia para reducir los costos y reutilizar recursos. Se utilizó una tina plástica como recipiente para recolectar el lixiviado o humus líquido, que es un valioso abono orgánico. Esto demuestra el enfoque pragmático y responsable con el medio ambiente, al dar una segunda vida útil a un recipiente que ya no era utilizado por la familia.

Para los contenedores superiores, para mantener las condiciones óptimas para el proceso de descomposición y transformación de residuos orgánicos, la familia adquirió 2 cavas de icopor (poliestireno expandido) elementos que ayudan a mantener una temperatura estándar en el interior de la torre.

Para asegurar un monitoreo preciso de las condiciones óptimas, se incorporó un higrómetro el cual posee una sonda que se instala en el interior para tener mediciones

constantes tanto de la humedad y temperatura interna del sistema. Esto garantiza un proceso efectivo y eficiente. Los recipientes también se adecuaron para permitir la circulación de aire y evitar una descomposición anaeróbica de los residuos. Además, se preparó un sustrato que sirve como cama para el inicio del proceso, utilizando fibra de coco o hojas secas que se humedecieron durante unos días para proporcionar un habitat óptimo al momento de introducir las lombrices rojas californianas.

Figura 57. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 1



Figura 58. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 2



Figura 59. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 3



Figura 60. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 4



Figura 61. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 5



Figura 62. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 6



Figura 63. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 7



Figura 64. Torre de vermicultura apartamento individual preparación parte 8



4.3.2.2 Conjunto residencial Di Bari. En el idílico entorno presente en conjunto residencia Di Bari, se desplego una iniciativa que irradio esperanza y cambio. A pesar que el conjunto cuenta con más de 100 apartamentos desde su pequeña pero significativa participación. Se involucrará de 3 a 5 apartamentos como inicio, los cuales se concientizaron en la importancia de aplicar los procesos sostenibles desde el hogar y en comunidad.

El proceso inicio desde la elección del recipiente adecuado para llevar la técnica de vermicultura. Aunque parece una elección trivial y fácil esta decisión es fundamental ya que dependiendo de esto el habitat de nuestras lombrices será optimo, las propuestas realizadas por parte de los residentes eran amplia, se plantearon alternativas como: el conseguir estribas, cuñetes de pintura vacíos y limpios, pasando por tinas plásticas y hasta tanques de agua de 30 litros.

Lastimosamente los residentes no contaban con estos materiales para aplicar una reutilización de los mismos por lo cual se buscó desde internet las opciones más favorables y económicas para la comunidad.

Figura 65. *Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 1*



Tomado de (*Facebook Marketplace*, s. f.)

Figura 66. *Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 2*



Tomado de (*Facebook Marketplace*, s. f.)

Figura 67. *Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 3*



Tomado de (*Facebook Marketplace*, s. f.)

Figura 68. *Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 4*



Tomado de (*Facebook Marketplace*, s. f.)

Figura 69. *Materiales reciclables para la construcción de la torre de vermicultura parte 5*

Tomado de (*Facebook Marketplace*, s. f.)

Sin embargo, entre la diversidad de opciones, surgió un desafío, seleccionar el recipiente que se adecuara a las necesidades del proceso, considerando factores como el espacio disponible, la durabilidad del recipiente, su capacidad para retener los materiales y su compatibilidad con la técnica de vermicultura. Cada alternativa tenía sus pros y contra, algunos necesitarían más modificaciones u otros materiales para lograr crear la torre de vermicultura perfecta para el conjunto residencial Di Bari.

En última instancia, el proceso de selección del recipiente reflejó la dedicación e interés de los residentes del conjunto residencial Di Bari al abrazar y optar a las prácticas sostenibles y

amigables con el medio ambiente. El consejo se inclinó por el uso cuñetes usados de pintura ya que muchas veces estos son regalados o vendidos a un precio económico ya que para muchos esto es solo un residuo, sin percatarse lo funcional y aprovechable que es. Los cuales se le realizaron las modificaciones pertinentes apoyando con la comunidad interesada, con el fin de garantizar la eficacia y parámetros necesarios para el proceso de vermicultura.

4.3.2.3 Colegio psicopedagógico María Montessori. Se comunico vía WhatsApp con la señora blanca rectora del colegio psicopedagógico donde se comentó que se buscaría llegar a los niños más grandes de la institución y si es posible para el 22 de septiembre realizar la actividad en la jornada de la mañana, donde niños, padres, profesores y el grupo ambiental de la personería dará una breve inducción o capacitación didáctica y también la construcción de la torre de vermicultura con material reciclable en su gran mayoría, la institución educativa conseguiría cuñetes de pintura ya usados y limpios como se apreciaría en las siguientes evidencias fotográficas:

Figura 70. Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1



Figura 71. Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 2



Figura 72. Torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1



4.3.3 Compra de lombriz roja californiana

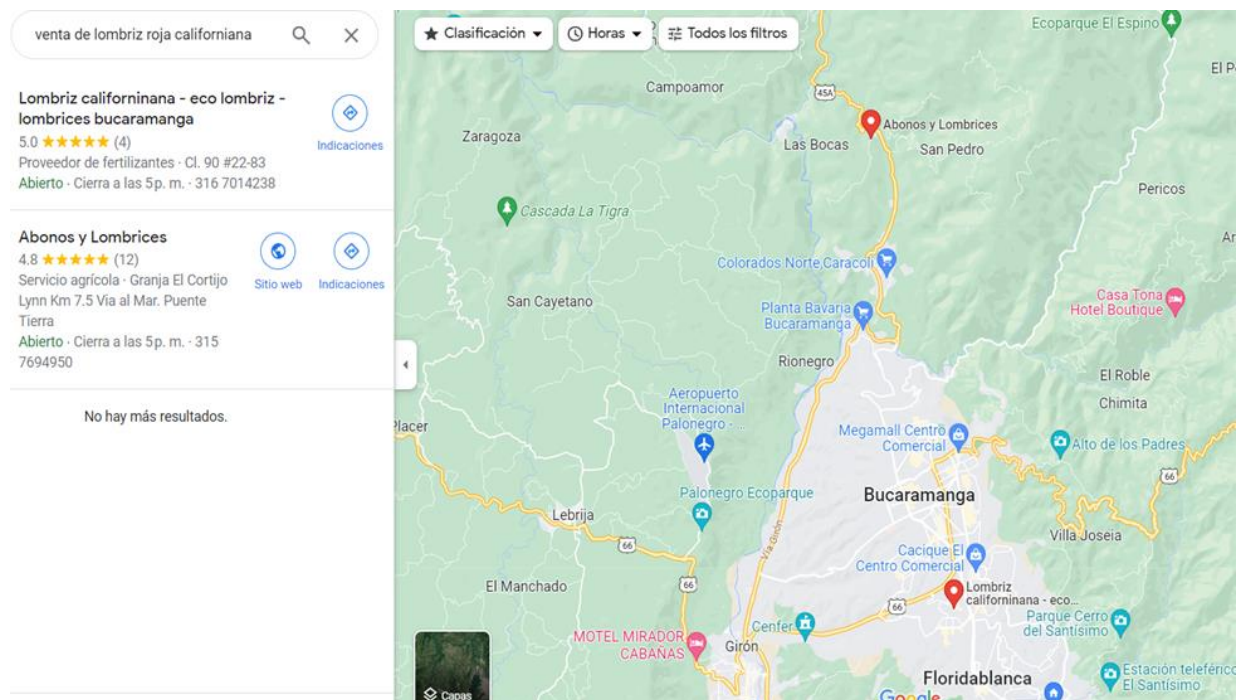
Luego de tener las torres de vermicultura adecuadas correctamente para que sean un habitat óptima para el proceso de aprovechamiento, la ingeniería ambiental a usado apoyo de diferentes especies aprovechándose de sus capacidades naturales para lograr un cambio positivo para el medio ambiente en pro de los procesos sostenibles, debemos tener claro que otra parte fundamental para lograr que la tecnología funcione correctamente debemos conseguir las lombrices Eisenia Fétida o conocidas normalmente como la lombriz roja californiana, poseen unas características intrínsecas las cuales las convierte en descomponedores de residuos orgánicos y generadores de abono rico en nutrientes y microorganismos benéficos para el suelo y plantas.

Las lombrices rojas californianas, son perfectas debido a adaptabilidad y productividad en entornos reducidos y controlados las hacen idóneas para la técnica de la vermicultura. En primer lugar, su capacidad de reproducción rápida lo cual permite que el número de población aumente en sistemas adecuados. También tienen una alta tasa de consumo de materia orgánica lo que acelera el proceso de descomposición y producción de vermicompost. Al igual que su resistencia a condiciones variables como el sistema es abierto al ambiente pueden existir cambios de temperatura o humedad salvo que sean cambios extremos fuera del rango de tolerancia.

Desde la perspectiva ambiental la utilización de las lombrices en la vermicultura ofrece diferentes ventajas como primero, este proceso contribuye de manera significativa a la reducción de residuos orgánicos los cuales por mal manejo o aprovechamiento terminan siendo desechados en sitios de disposición final, la producción de vermicompost fertilizante natural de alta calidad, libre de químicos enriquecidos con nutrientes esenciales y microorganismos benéficos para el suelo, esto no solo enriquece el suelo sino además evita el uso de químicos y por ende la contaminación a nuestros recursos naturales.

Al saber la importancia que tienen el conseguir lombrices de calidad y la especie correcta lo que se realizo es por medio de una búsqueda intensiva de criaderos o empresas que su fuerte sea la vermicultura ya que estos emplean la tecnología y especie necesaria por lo cual se determinó que muchas opciones se ubicaban en el exterior o envíos por internet, pero se corre el riesgo de que el pie de cría de lombriz llegue en malas condiciones o hasta que las lombrices lleguen muertas, por lo cual para garantizar se indago en criaderos que quedaran dentro o en las cercanías del área metropolitana de Bucaramanga como se apreciara en la siguiente imagen:

Figura 73. Búsqueda de venta de lombriz roja californiana en Bucaramanga.



Tomado de (Google Maps, s. f.-d)

Como se logró apreciar los resultados de la búsqueda solo se lograron evidenciar que existe 2 puntos cercanos a el área metropolitana de Bucaramanga las cuales vendieran la lombriz roja californiana como primera opción eco lombriz por temas de cercanía sin embargo al contactarse

con la empresa la cual es una microempresa que está iniciando en la técnica no posee gran número de lombrices a la venta y su fuerte es la comercialización del humus de lombriz por lo cual como última opción teníamos a la empresa de abonos y lombrices que al comunicarnos es una finca que genera toneladas de humus y aparte venta de números grandes de pies de crías por lo cual fue nuestra mejor opción sin importar la lejanía y estar a las afueras de la ciudad al ingresar en la finca tienen grandes bandejas de vermicompostaje de las cuales se sacaron los pies de crías, además el trabajador presente dio un gran número de recomendaciones al parecer la finca también da capacitaciones sobre la vermicultura y otros procesos sostenibles que realizan en sus instalaciones.

Figura 74. *Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 1*



Figura 75. *Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 2*



Figura 76. *Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 3*



Figura 77. *Instalaciones empresa Abonos y Lombrices parte 4*



Figura 78. *Incorporación lombrices a la torre de vermicultura apartamento individual parte 1*



Figura 79. *Incorporación lombrices a la torre de vermicultura apartamento individual parte 2*



Figura 80. *Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 1*



Figura 81. *Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 2*



Figura 82. *Incorporación lombrices a la torre de vermicultura colegio María Montessori parte 3*



4.3.4 Monitoreo

El monitoreo cuidadoso en el proceso de vermicultura es importante para garantizar la eficacia y optimizar los resultados, como ingeniero se busca que tanto de mi parte como también de las poblaciones beneficiadas concientizar que el proceso no solo es arrancar si no también vigilar la técnica realizando una observación constante y la recopilación de los datos. A pesar que no todos cuenten con las mismas capacidades de comprar equipo especializado existen técnicas de observación básicas que serán nuestro pilar fundamental para que sea exitosa la técnica de vermicompostaje.

Uno de los parámetros fundamentales y cruciales en el monitoreo de la vermicultura es la temperatura interna de la torre de vermicompostaje las lombrices rojas californianas tienen mayor actividad en rangos desde 15°C y 25°C, pero si unos pocos grados nos pasamos no significa que el sistema morirá. El mantener los rangos promoverá la actividad metabólica y acelerará a descomposición de la materia orgánica. junto a este parámetro otro fundamental es la humedad el rango óptimo suele estar entre 70 a 80% ya que un exceso o déficit puede ser fatal para la salud de las lombrices.

Que nos puede permitir una fácil medición sería la compra de equipos de medición, lo más básico sería el uso de termómetro e hidrómetro los cuales se pueden conseguir en tiendas para mascotas y su valor no es grande sin embargo si no se puede permitir la compra de estos artículos lo más fácil es el uso de los sentidos, el compactar el sustrato si salen unas gotas, la humedad está perfecta y la temperatura buscamos para este caso que nos encontramos en Florida Blanca debe ser similar a la temperatura ambiente.

Otro parámetro que en este caso no se medirá hasta al final es el pH el rango debe ser de 6 a 8 en la medida de lo posible buscando ser neutro para evitar que el pH se acidifique y si no se

cuenta con un pH metro o kit de medición de pH la solución más óptima para no arriesgar la técnica es el evitar el agregar residuos como cítricos.

Este monitoreo se debe emplear desde el inicio de la implementación de esta técnica, al principio será más seguido por temas de inexperiencia de la comunidad, sin embargo, con el paso del tiempo los cambios o correcciones se realizarán cada vez con menor regularidad y el monitoreo se hará para corroborar que todo marche en óptimas condiciones.

Figura 83. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 1*



Figura 84. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 2*



Figura 85. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 3*



Figura 86. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 4*



Figura 87. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 5*



Figura 88. *Monitoreo torre de vermicultura apartamento individual parte 6*



Figura 89. *Monitoreo con higrotermómetro parte 1*



Figura 90. *Monitoreo con higrotermómetro parte 2*



4.3.5 Cosecha de abono orgánico (humus de lombriz)

Como último paso es cosechar nuestro abono orgánico, es el momento culminante de nuestro proceso de vermicultura donde se materializarán los esfuerzos realizados para transformar los residuos orgánicos en el tan anhelado humus de lombriz rico en nutrientes, este paso es importante para garantizar que nuestro vermicompost sea de calidad y listo para su uso.

El tiempo para madurar el humus de lombriz antes de la cosecha puede variar, pero lo recomendado es permitir que el proceso de descomposición continúe por lo general durante unas semanas extras donde en este periodo a pesar que gran parte de nuestras lombrices se han mudado a un piso superior por la alimentación y riego en el nivel superior algunas de nuestras lombrices se quedaran y les permitirá continuar con el proceso de descomposición de aquellos materiales orgánicos restantes y se incorporan los nutrientes y microorganismos al producto final. Por lo general o recomendado es permitir reposar el nivel que está lleno y se desea cosechar al menos de 2 a 4 semanas antes de realizar la cosecha.

Para lograr el cosechar el humus es importante lograr separar las lombrices y materia orgánica no descompuesta de nuestro abono, existen muchas técnicas para lograrlo entre las más recomendadas a la población que se capacito y se apoyó. es emplear en conjunto tanto la “migración por luz” lo cual consiste en iluminar sea con luz artificial o natural el nivel que esta por cosechar, la luz hará que las lombrices que quedaban en dicho piso migren por ellas mismas sin manipularlas, ya que por su sensibilidad a la luz busquen refugio en otros pisos, y la otra forma es “tamizar” se puede buscar un colador o tamiz esta técnica se empela cuando el abono se encuentra más seco y permite retirar tanto a lombrices como restos de materia orgánica.

Una vez se ha realizado la cosecha de humus sólido y humus liquido el cual ha ido quedando en nuestro contenedor de lixiviados se almacenarán adecuadamente ambos en sacas o

botellas para mantener la calidad de ambos se recomienda al líquido agitar para airear o con una bomba que oxigene nuestro humus líquido, se sugiere guardar ambos en un lugar oscuro y fresco evitando la exposición a la luz solar directa y temperaturas extremas.

Este humus se puede emplear de diferentes formas para mejorar la calidad de los suelos y el crecimiento de las plantas, el humus puede ser aplicado directamente, mezclado con tierra, incorporado antes de realizar alguna siembra, para el caso del humus líquido es importante diluir 2 partes de este en 8 partes de agua su carga de nutrientes es mayor y puede ser contraproducente si se aplica directamente sin dilución. La riqueza de ambos tipos de humus tanto en nutrientes, microorganismos benéficos y el mejoramiento en la capacidad de retención de agua los convierte en recursos valiosos para la agricultura sostenible, la jardinería ecológica y el medio ambiente.

Figura 91. *Cosecha humus de lombriz*



4.4 Análisis humus de lombriz

Es de carácter fundamental el medir o caracterizar, algunos de los parámetros fisicoquímicos del producto que se obtiene a través del proceso de la vermicultura para evaluar su potencial, calidad y además permite comparar con otros tipos de abonos, entre los parámetros que se decidieron medir y analizar se tendrán: pH, Conductividad eléctrica, Temperatura y el contenido de nutrientes (nitratos y fosforo). Las 4 muestras las cuales se les evaluara los anteriores parámetros nombrados son: blanco (agua destilada), humus líquido (dilución con agua destilada al 25%), humus sólido (dilución al 10%) y por el ultimo un abono comercial (dilución al 10%).

Figura 92. *Muestra blanca (agua destilada)*



Figura 93. *Muestra humus liquido (dilución con agua destilada al 25%)*



Figura 94. *Muestra humus solido (dilución con agua destilada al 10%)*



Figura 95. *Muestra abono comercial (dilución con agua destilada al 10%)*



4.4.1 Análisis pH

El pH o potencial hidrógeno es una medida que indica la acidez o alcalinidad que se encuentra en una sustancia, ya sea líquido o sólido. Su medida está comprendida en una escala que es utilizada para medir la concentración presente de iones de hidrógeno (H^+) donde puede variar desde 0 a 14.

- Un valor de pH de 0 es altamente ácido
- Un valor de pH de 7 es neutro
- Un valor de pH de 14 es altamente alcalino o básico

Para medir este parámetro en el laboratorio de la universidad Santo Tomás, se usó el multiparámetro HQ40d de la marca Hach el cual en su sistema tiene la función de medir PH por medio de una sonda la cual es calibrada antes de la medición para garantizar tener resultados más ciertos.

Figura 96. HQ40d multiparámetros con sonda de pH



Figura 97. Sonda para medir pH



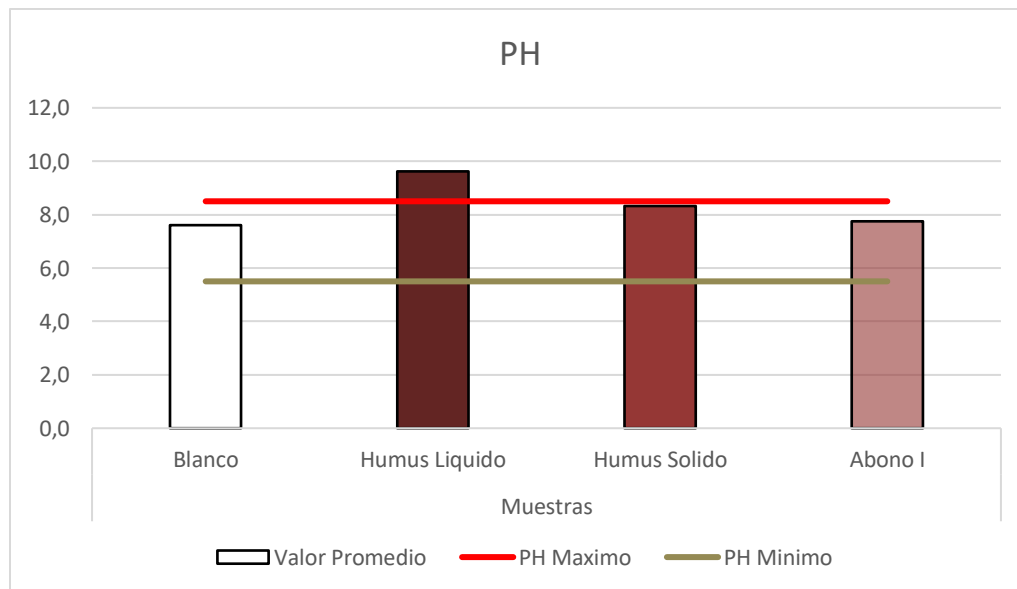
Figura 98. *Medición de pH del abono comercial al 10%*

El pH óptimo para un abono orgánico generalmente se encuentra en el rango ligeramente ácido a ligeramente base, el cual suele estar entre 6,0 a 8,0. En este rango, los microorganismos y las lombrices responsables de la descomposición de la materia orgánica son más activos y eficientes, lo que facilita la liberación de nutrientes para las plantas. Además, un pH en este rango promueve la absorción de los nutrientes por parte de las plantas, lo que contribuye al crecimiento y embellecimiento.

Tabla 3. Resultados medición de pH

pH				
# de replica	Muestras			
	Blanco	Humus liquido	Humus solido	Abono i
1	7,58	9,49	8,47	7,8
2	7,61	9,66	8,28	7,76
3	7,64	9,71	8,22	7,69
Valor promedio	7,6	9,6	8,3	7,8
PH máximo	8,5			
PH mínimo	5,5			

Sin embargo, existen unos valores máximos permitidos para el pH de un abono orgánico estaría en el rango de 5,5 a 8,5. Un pH por debajo de 5,5 indica que el abono es demasiado ácido, lo que podría ralentizar la descomposición de materia orgánica y afectar negativamente los nutrientes. Por otro lado, un pH por encima de 8,5 puede volver el abono alcalino, lo que significa que también puede disminuir la descomposición de materia orgánica y la liberación de nutrientes.

Figura 99. Grafica resultados pH

Mantener el PH del abono dentro de los límites es fundamental, según lo observado en la tabla donde se agruparon las 4 muestras las cuales son: blanco (Agua destilada), Humus líquido (dilución con agua destilada al 25%), Humus sólido (dilución al 10%) y por el último un abono comercial (dilución al 10%). Para poder comparar con los obtenidos durante el proceso de vermicultura, todas las muestras sus valores se recopilaron por triplicado, se saca un promedio de estos datos los cuales se pueden observar en la gráfica, el pH con mayor valor alcalino fue el de humus líquido sobre pasando el límite de 8,5 dando un resultado 9,6. Por lo cual como posibles soluciones, es hacer que la dilución en agua sea mayor, donde se debe llevar a la muestra en un rango de 5% a 10% para garantizar estar en el rango óptimo de pH. Sin embargo, algo muy positivo se observa en las otras 2 muestras las cuales se encuentran en el rango óptimo por lo cual en la concentración de al 10% de las muestras sólidas diluidas en agua están perfectamente para el uso en plantas y cultivos.

4.4.2 Análisis conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) también es un parámetro fundamental a considerar en medir para los abonos:

- **Indicador de Calidad:** La CE puede indicar la cantidad de sales solubles presentes en el material. Los abonos orgánicos de alta calidad suelen tener una baja CE, lo que significa que contiene pocas sales solubles, lo que los hace adecuados para el uso agrícola.
- Una medida baja de CE es relativa sin embargo generalmente se encuentra en el rango de 0,5 a 1,5 DeciSiemens por metro o 500 a 1500 MicroSiemens por centímetro. Sin embargo, es importante destacar que lo que se considera "baja" o "alta" en términos de CE puede

variar según el contexto, sin embargo, entre menor sea el valor de CE menor probabilidad de tener problemáticas de salinidad.

Figura 100. Multiparámetro HQ40d medición de conductividad en agua destilada

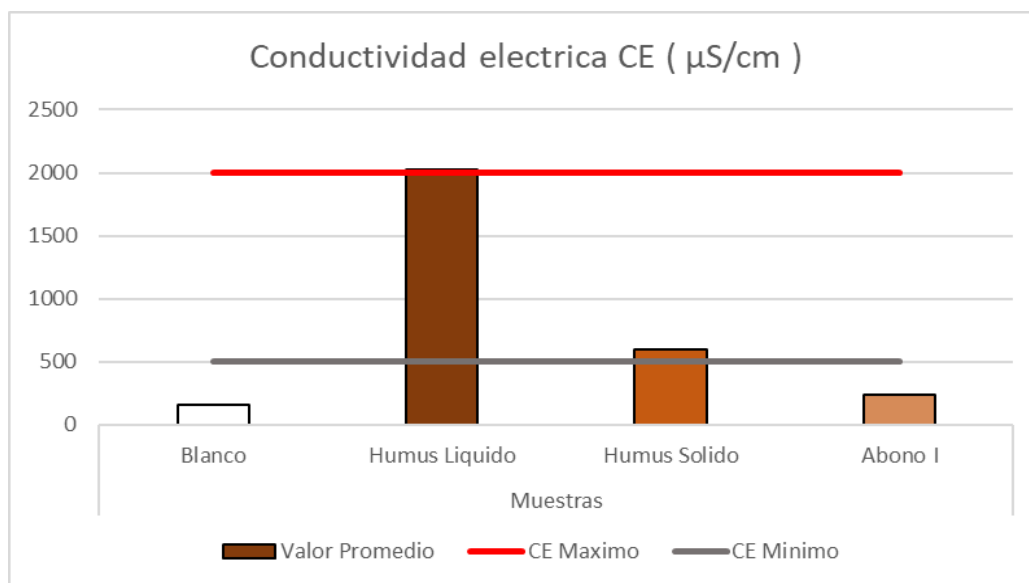


Como se observó en la anterior imagen, el multiparámetro HQ40d es una herramienta versátil y de gran utilidad en los laboratorios y entornos de control de calidad, ya que, en sus múltiples funciones y capacidades de este instrumento, se encuentra la medición de la conductividad eléctrica en MicroSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que lo hace especialmente útil para evaluar la calidad y composición de soluciones líquidas a través de una sonda.

Tabla 4. Conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				
# de replica	Muestras			
	Blanco	Humus liquido	Humus solido	Abono i
1	157,2	2024	593	239
2	156,2	2025	593	243
3	156,1	2026	593	243
Valor promedio	157	2025	593	242
CE máximo	2000			
CE mínimo	500			

En el caso de la conductividad eléctrica en abonos el rango limite o máximos puede variar según la composición. Sin embargo, en términos generales, los valores de conductividad ya sean en abonos líquidos o sólidos, deben mantenerse dentro de unos límites razonables para garantizar su eficacia y disminuir la contaminación por sales. En muchas situaciones, los valores típicos de conductividad eléctrica para estos compuestos orgánicos y con fines agrícolas, oscilan entre 500 a 2000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Figura 101. Grafica conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Ahora, analicemos los resultados de la anterior grafica de las cuatro muestras medidas con el multiparámetro HQ40d:

- Muestra de blanco (Agua destilada): El valor promediado de las tres replicas que se tomaron de la conductividad eléctrica fue de 157 $\mu\text{S}/\text{cm}$ este valor es bajo, lo cual es coherente debido a que la muestra es agua donde debe tener bajas concentraciones de sales y su conductividad es pobre.
- Muestra de Humus Liquido (diluido al 25%): La conductividad eléctrica registrada en esta muestra fue de 2025 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que contiene una concentración significativa de iones conductores disueltos y se encuentra pasando los limites por 25 unidades, lo cual es común en abonos líquidos. Por lo cual se podría diluir en una concentración un poco más baja para evitar estar en el límite máximo.
- Muestra de Humus solido (dilución al 10%): La conductividad eléctrica que registrada en esta muestra y promediada con sus 3 réplicas fue de 593 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que sugiere una concentración moderada de iones conductores, Los cuales se encuentra en el rango optimo. Sin embargo, esto es normal en los abonos solidos disueltos en agua.
- Muestra de Abono comercial (dilución al 10%): Esta muestra registro una conductividad eléctrica promedio de 242 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que se encuentra por debajo del rango óptimo de uso, por lo cual los abonos comerciales se recomiendan ser diluidos en concentraciones mayores al 10%.

En conclusión, los resultados sugieren que la muestra de humus líquido y sólido, tienen una mayor conductividad eléctrica en comparación al agua destilada, lo que es debido a la presencia de iones o sales solubles en el humus. Por lo cual es pertinente que a estos se le ajustaran sus disoluciones se aumentan o disminuyen la cantidad de agua respectivamente. Los valores de

conductividad eléctrica en el abono comercial conseguido están por debajo del rango óptimo. Pero con las correcciones necesarias son abonos adecuados para su uso, ya que no contaminarían por el exceso de iones o sales solubles sean al suelo o por filtración a las aguas subterráneas.

4.4.3 Análisis temperatura

La temperatura es un parámetro relevante, el vermicompostaje implica la descomposición de materia orgánica con la ayuda de lombrices y la temperatura juega un papel importante en el proceso. El rango de la temperatura que funciona de manera óptima oscila entre 10°C a 30°C y cuando se va a hacer uso de este es importante medir la temperatura del suelo y que este en el rango adecuado de crecimiento de las plantas.

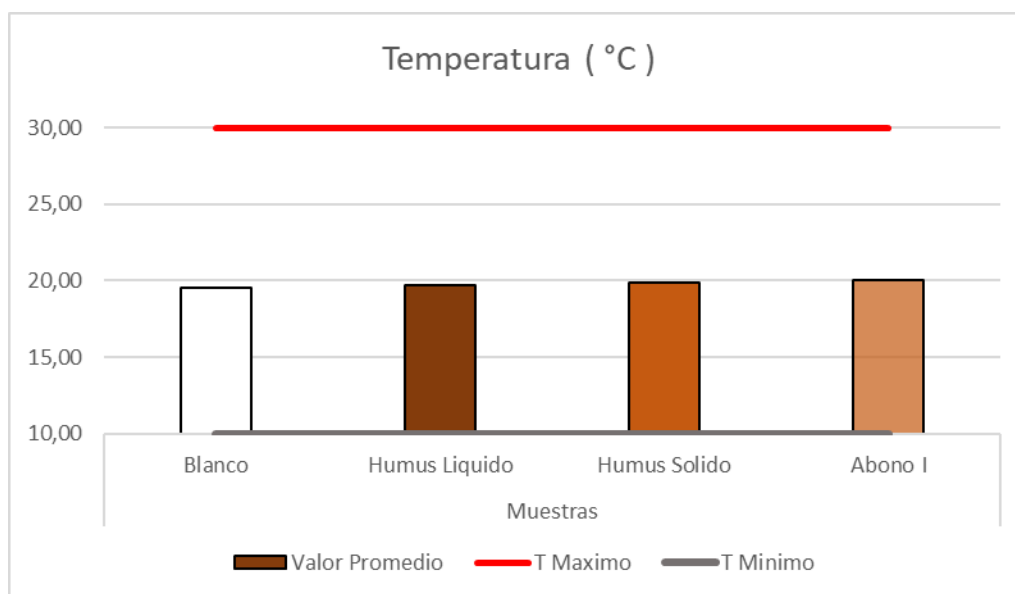
Figura 102. Multiparámetro HQ40d medición temperatura (°C)



Por medio del uso del multiparámetro HQ40d, tras las mediciones y replicas generadas en los anteriores parámetros, los cuales fueron PH y conductividad eléctrica. Se generaban al mismo tiempo lecturas de la temperatura de las 4 muestras por lo cual gracias a el instrumento y su capacidad se tomaron los siguientes datos:

Tabla 5. Resultados de temperatura (°C)

Temperatura (°C)				
# de replica	Muestras			
	Blanco	Humus liquido	Humus solido	Abono i
1	19,5	19,7	19,8	19,9
2	19,4	19,8	19,9	20,1
3	19,8	19,7	19,9	20,2
Valor promedio	19,57	19,73	19,87	20,07
T máximo	30			
T mínimo	10			

Figura 103. Resultados grafica de temperatura (°C)

Los resultados mostrados tanto en la tabla como en la gráfica, se aprecian que todas las muestras tienen temperaturas similares, las muestras se encuentran desde los 19,57 a 20,07 °C. Este rango de temperatura se encuentra entre los 10 y 30 grados Celsius, generalmente considerado óptimo para la mayoría de procesos de compostaje, descomposición de materia orgánica en donde se incluye la formación de humus de lombriz y también para el uso de estos compuestos en la agricultura.

La posible razón por la que se obtienen temperaturas similares en estas muestras, podría deberse a diferentes factores como los siguientes:

- **Condiciones de laboratorio:** ya que todas las muestras se mantuvieron en el mismo entorno, en el laboratorio ambiental el cual cuenta con aire acondicionado, es probable que haya contribuido a que las temperaturas de las muestras sean uniformes.
- **Aislamiento Térmico:** Las condiciones de almacenamiento el transporte de las muestras fue igual para las 3 ultimas, donde a pesar que el tiempo de recolección, transporte y muestreo no superan las 12 horas. Esto podría haber influido en la transmisión de calor entre muestras y el entorno, manteniendo las temperaturas en un rango similar.
- **Dilución:** las muestras 2, 3 y 4 a pesar que son muestras líquida y sólidas. Están diluidas con el agua destilada del laboratorio, aunque la temperatura inicial del humus o el abono comercial puede ser un poco superior antes de la dilución, sus temperaturas se encontrarían igual en el rango óptimo antes y después de la dilución con agua destilada.

En general y como conclusión, el hecho de que las temperaturas se mantengan en el rango óptimo es positivo ya que las muestras sean el humus líquido, sólido y el abono comercial se encuentran en el rango de temperatura para fines, uso y aplicación agrícolas.

4.4.4 Análisis nitratos

Los nitratos son compuestos químicos que contienen el Ion nitrato (NO_3^-) y desempeñan un papel fundamental en la agricultura. Son una fuente valiosa de nitrógeno para las plantas y se utilizan comúnmente como fertilizantes para mejorar el crecimiento en el uso agrícola. Cuando este se aplica de manera adecuada, el uso excesivo puede dar a lugar la acumulación de estos

compuestos en el suelo y su posterior lixiviación hacia las aguas subterráneas, lo que contribuye a la contaminación del agua.

En el estudio realizado con cuatro muestras diferentes, se utilizó el Kit TNT Plus 835 para medir los niveles de nitratos presentes en cada muestra. El rango de medida del kit y del equipo DR 1900 varia desde 0,23 a 13,5 mg/L y se siguieron los siguientes pasos con cada una de las muestras:

- Quitar la tapa de los tubos presentes en el kit y agregar 1,0 ML de muestra.
- Agregar 0,2 ML de reactivo presente en el kit en un contenedor llamado A.
- Tapar y agitar todas las muestras.
- Esperar 15 minutos donde se aprecia una reacción exotérmica en cada tubo.
- Limpiar cada tubo con la muestra y llevar al equipo DR1900 para medir.

El equipo DR 1900 tiene en su sistema varios programas, se buscó el TNT de nitratos 835 y se obtienen los datos a continuación se observará El kit y sus pasos además de la tabla donde se digitalizaron los resultados.

Figura 104. Kit TNT 835 para medir nitratos (mg/L)



Figura 105. *Tubos del kit e instrumentos para agregar reactivos y muestras*



Figura 106. *Muestras de humus líquido, humus sólido y abono comercial.*



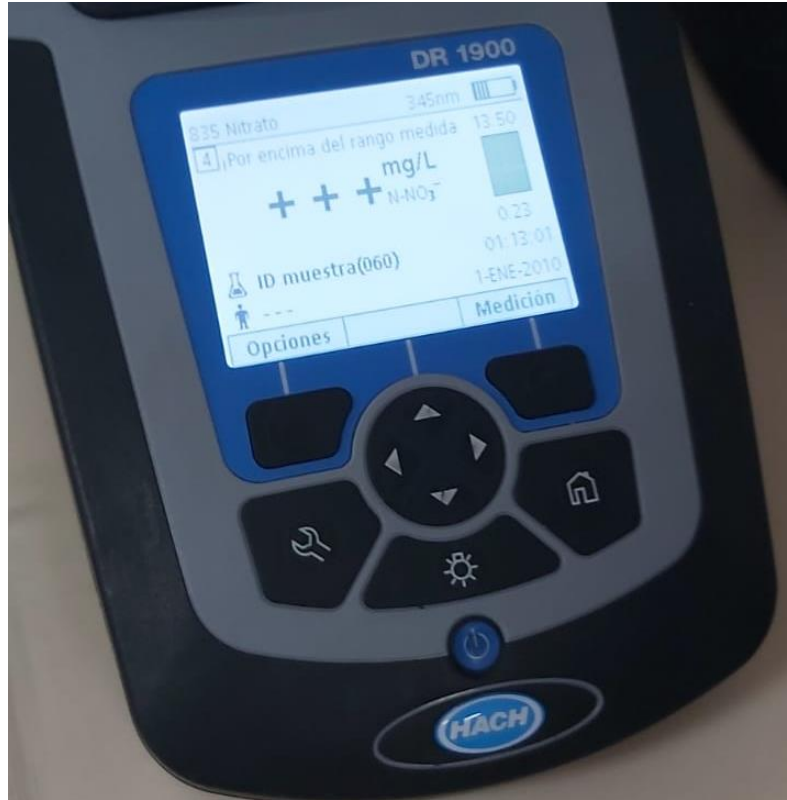
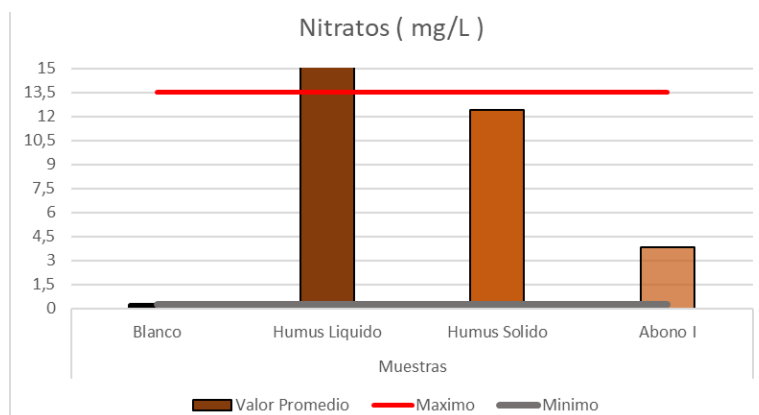
Figura 107. DR 1900 medición nitratos humus liquido dilución al 25%**Figura 108.** DR 1900 medición nitratos humus solido dilución al 10%

Tabla 6. Resultados de la medición de nitratos en (mg/L) de todas las muestras

Nitratos (mg/L)				
# de replica	Muestras			
	Blanco	Humus liquido	Humus solido	Abono I
1	< 0,23	> 13,5	12,53	4
2	< 0,23	> 13,5	12,51	3,81
3	< 0,23	> 13,5	12,18	3,62
Valor Promedio	< 0,23	> 13,5	12,41	3,81
máximo	13,5			
mínima	0,23			

Se calcularon los promedios de las mediciones triplicadas para cada muestra, los resultados arrojaron que la concentración de nitratos en agua destilada fue menor de 0,23 mg/L, por lo cual el equipo DR 1900 no logro dar un resultado preciso. Sin embargo, se encuentra en lo esperado ya que el agua destilada no debe contener nitratos significativos. En el caso del humus de lombriz liquido diluido al 25% con agua destilada, la concentración de nitratos supero los 13,5 mg/L, lo que está por encima del rango de medición del equipo. Esto sugiere que la concentración de nitratos está muy alta. La muestra de humus solido diluido al 10% mostro una concentración de nitratos de 12,41 mg/L, mientras que la muestra abono comercial diluido al 10% mostro una concentración de nitratos de 3,81 mg/L.

Figura 109. Resultados grafica de nitratos (mg/L)

Lo que podemos interpretar de la gráfica y los resultados obtenidos, es importante destacar que el humus líquido supero el valor medible de nitratos, lo cual podría indicar una concentración alta. Si el objetivo es utilizar el humus de lombriz líquido como fertilizante o en aplicaciones agrícolas, es recomendable diluirlo aún más para reducir la concentración de nitratos aun nivel óptimo, manejable y seguro para las plantas. Esto asegura que no se apliquen niveles excesivos de nitratos los cuales podrían resultar en impactos negativos para el medio ambiente o fitotoxicidad.

Como conclusión, los resultados reflejan una gran variación en la concentración de nitratos de las muestras analizadas, de las cuales el agua destilada se encontraba en un rango esperado de baja concentración. El humus líquido producido presenta una concentración muy alta, por lo cual en vez de diluir esta muestra al 25%, como se había recomendado en la mayoría de la información investigada. A través de este análisis, se recomendaría diluir con mayor volumen de agua entre un rango de 5% a 10%. Sin embargo, esto dependerá en función de las necesidades específicas, las recomendaciones para uso esencial y volver a realizar la medición. En cuanto a las últimas 2 muestras humus sólido y abono comercial las cuales estaban diluidas al 10%, poseen concentraciones intermedias. En general, estos resultados son importantes para comprender y controlar la calidad de los productos que son utilizados en la agricultura o jardinería, lo que contribuye a que se debe hacer un uso responsable y eficiente de estas sustancias para no afectar e impactar negativamente los recursos naturales.

4.4.5 Análisis fosfatos

El fósforo es un elemento esencial para la vida y desempeña un papel crítico en la agricultura, el fósforo se utiliza en los fertilizantes para promover el crecimiento de las plantas, ya que es necesario para la fotosíntesis, la formación de las raíces y la maduración de los frutos. La

gestión adecuada del fósforo en la agricultura es esencial, ya que su uso excesivo puede generar problemas de contaminación y eutrofización de los ecosistemas acuáticos.

En el estudio realizado con las cuatro muestras sometidas a medición, se empleó el uso del kit TNT plus 843 de fosfatos presentes en las muestras. El rango de medida del kit y del equipo DR 1900 es de 0,15 a 4,5 mg/L, y se siguieron los siguientes pasos con precisión.

- Quitar las tapas que contiene un reactivo liofilizado de cada tubo de ensayo del Kit.
- Agregar 2 ml de cada muestra a un tubo de ensayo.
- Colocar la tapa permitiendo que el reactivo liofilizado, quede en contacto al agitar cada muestra.
- Llevar al digester DRB 200 por una hora a 100 °C de temperatura.
- Al terminar la digestión se retiran las muestras y se espera a que la temperatura disminuya hasta un rango de 18 a 24°C, al llegar a este rango se debe mezclar o agitar y destapar.
- Se agrega 0,2 ml del contenedor como marcado B en el Kit, el cual tiene una sustancia líquida.
- Se colocan nuevas tapas, las cuales tiene el Kit en un recipiente llamado C, se agita cada muestra y se espera 10 minutos.
- Se agita y se limpia cada muestra con servilletas.
- Se lleva a medición al equipo DR 1900 en el cual se selecciona en su sistema el programa del kit TNT 843 para fosfatos.

Como se nombró anteriormente, el equipo DR 1900 puede medir muchos parámetros por lo cual es importante seleccionar el correcto. A continuación, se mostrarán algunas imágenes y la tabla con los resultados tabulados y calculando el promedio de cada muestra ya que su medición se realizó por triplicado.

Figura 110. *Kit 843 para medir fosfatos*



Figura 111. *Muestras antes de llevar a digestión en el DR 200*



Figura 112. *Muestras iniciando el proceso de digestión***Figura 113.** *Muestras después de la digestión*

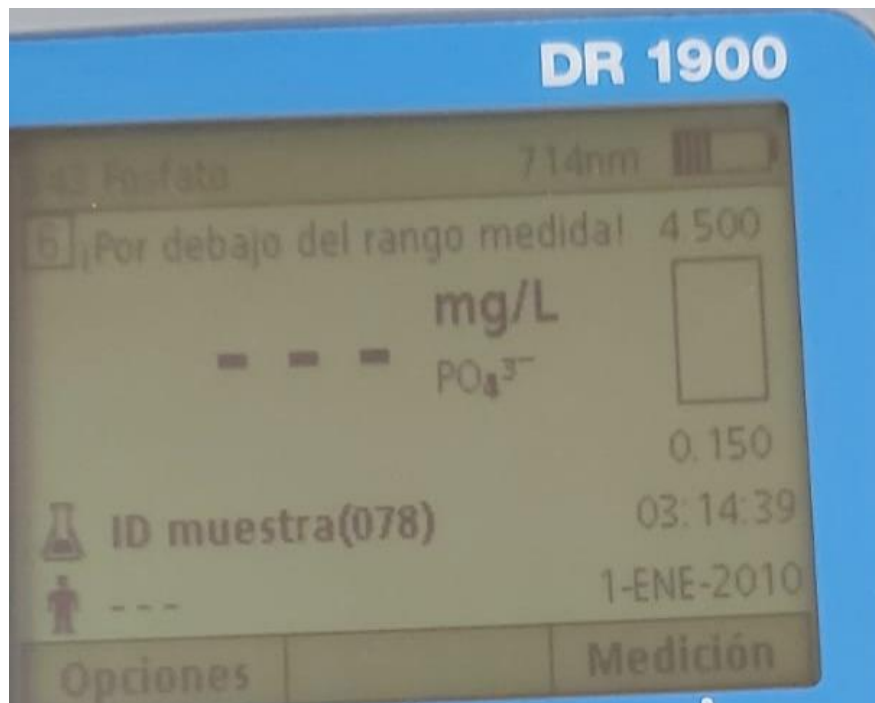
Figura 114. Muestras después de agitar, agregar la sustancia B y cambio de las tapas**Figura 115.** Medición en el equipo DR 1900 de la muestra blanco (agua destilada)

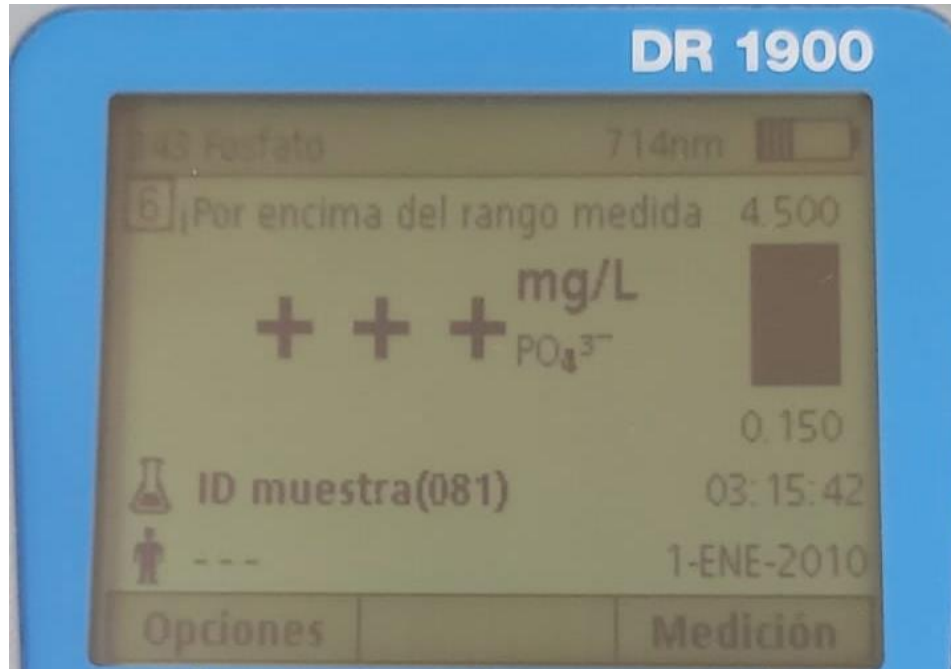
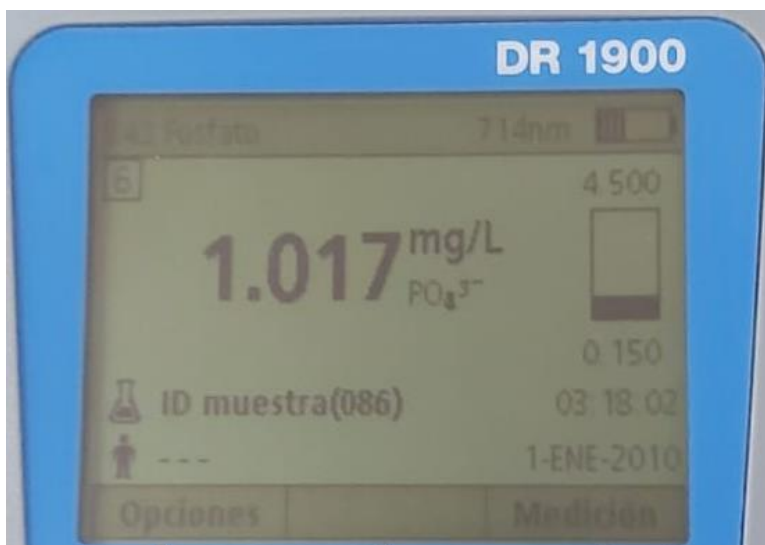
Figura 116. Medición en el equipo DR 1900 de la muestra humus liquido dilución al 25%**Figura 117.** Medición en el equipo DR 1900 de la muestra humus solido dilución al 10%

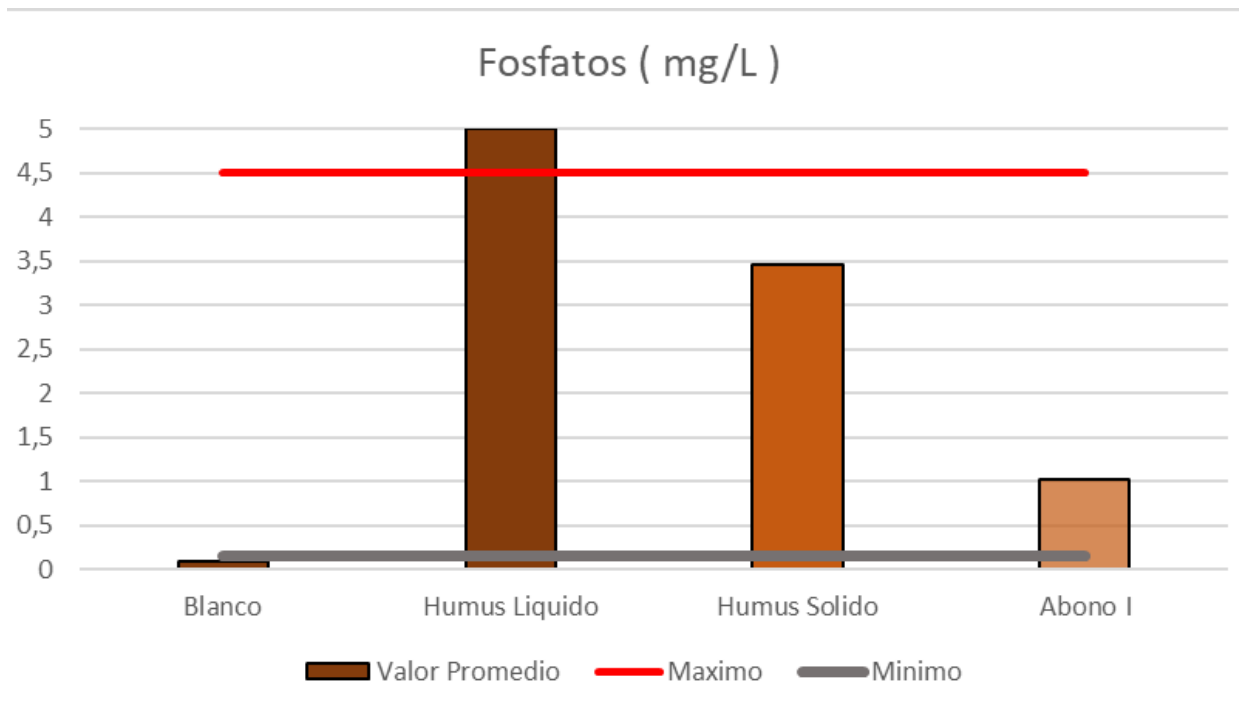
Figura 118. Medición en el equipo DR 1900 de la muestra abono comercial dilución al 10%**Tabla 7.** Resultados de la medición de fosfatos tabulados (mg/L)

Fosfatos (mg/L)				
# de replica	Muestras			
	Blanco	Humus Liquido	Humus Solido	Abono I
1	< 0,15	> 4,5	3,273	1,017
2	< 0,15	> 4,5	3,555	1,017
3	< 0,15	> 4,5	3,542	1,016
Valor Promedio	< 0,15	> 4,5	3,457	1,017
Máximo	4,5			
Mínimo	0,15			

Se calcularon los promedios ya que las mediciones de cada muestra se hicieron por triplicado, los cuales arrojaron que la concentración de fosfatos en la primera muestra la cual es el agua destilada no se logra medir, según el equipo DR 1900 debido a que la muestra tiene una concentración menor a 0,15 mg/L, lo cual se espera del agua destilada ya que no contiene fosfatos significativos. En el caso de la muestra de Humus de lombriz liquido diluido al 25%, la concentración de fosfatos supero los 4,5 mg/L, lo que está por encima del rango de medición del equipo DR 1900, sugiriendo que la muestra tiene una concentración de fosfatos para esta muestra muy alta. La muestra de Humus sólido y abono comercial las cuales se encuentran diluidas al 10%,

si se logró medir sus concentraciones dando como resultado un valor promedio de 3,457 y 1,017 mg/L respectivamente.

Figura 119. Resultados medición de las concentraciones de fosfatos de las muestras



Como conclusión, los resultados obtenidos fueron positivos ya que la muestra de humus sólido y abono comercial, tienen concentraciones que se encuentran en el rango óptimo con la dilución al 10%. Sin embargo, dependiendo su uso agrícola se modificaría la dilución específicamente. Los niveles obtenidos en el agua destilada también son correctos, ya que esta muestra debe contener una concentración muy baja llegando a ser nula de fosfatos. Y por último el Humus liquido como se conoce, la concentración de nutrientes es mucho mayor en comparación a los abonos sólidos, por lo cual el resultado es esperado que supere el rango de la medición. Sin embargo, las concentraciones altas de fosfatos presentan un desafío ambiental, ya que puede

provocar impactos negativos al medio ambiente en los sistemas acuáticos genera, la proliferación de algas y la eutrofización, lo cual deteriora la calidad del agua, para mejorar esto y pueda ser empleado es importante aumentar la dilución en agua de este abono para evitar afectar el medio ambiente.

4.4.6 Conclusión análisis de parámetros físico-químicos

Tras analizar detenidamente los resultados de las mediciones en los parámetros físico químicos, se destacan dos aspectos cruciales desde la perspectiva ambiental. En primer lugar, se observa que la muestra de humus líquido ha sido sometida a mediciones de PH, conductividad eléctrica y concentraciones de (nitratos y fosfatos). Que superan los rangos o límites óptimos, una solución viable radicaría en aumentar la cantidad o volumen de agua utilizada para la dilución, lo cual es positivo ya que con menos cantidad de Humus líquido se genera mayor volumen de sustancia. Este enfoque ayudaría a reducir las concentraciones a niveles medibles y manejables lo que resulta esencial para un buen monitoreo y control.

En segundo lugar, es notorio que la muestra de humus sólido producido por medio de la vermicultura, genera lecturas óptimas y con mayor valor en comparación con el abono comercial sometido a estudio. Este hallazgo resalta la importancia de la técnica de vermicultura, que implica el uso de la lombriz roja californiana para convertir y transformar los residuos orgánicos en humus de lombriz el cual es rico en nutrientes. Técnica la cual es sostenible y se puede implementar con cualquier comunidad, lo cual reduce los residuos orgánicos que son llevados a disposición final y además la generación de un abono orgánico libre de químicos.

En conclusión, estos resultados resaltan la importancia del uso de estas técnicas sostenibles, la importancia de su monitoreo en todos sus parámetros y mediante la correcta dilución, usos responsables y específico. El humus líquido y sólido, contribuye a la sostenibilidad agrícola.

4.5 Comunicar los resultados

En el desarrollo del proyecto para el objetivo número 5 se busca comunicar a la comunidad lo desarrollado en el proyecto sobre la vermicultura la importancia de su implementación para reducir el volumen de residuos que terminan en sitios de disposición final, los cuales al realizar estos procesos sostenibles generan beneficios y bienes para la sociedad, la economía y el medio ambiente, por lo cual queremos generar educación ambiental y concientizar a las comunidades la importancia de participar y apoyar estas iniciativas sostenibles para mejorar la calidad de vida.

4.5.1 Diseño folleto de vermicultura

Como primera actividad del quinto objetivo específico en la oficina de la personería del municipio de Floridablanca se decidió crear folletos que sean prácticos, ya que de esta forma cuando la personería realiza acompañamientos, capacitaciones o diferentes actividades a comunidades del Municipio se puede entregar material visual que explique de manera eficiente en que consiste el proceso de la vermicultura como proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos, lo que permite que aquellas personas en participar se puedan empapar de la temática y darse cuenta que lo que consideran un desecho o una problemática se puede transformar en un producto que se re integra al ciclo de vida.

Para lograr esta actividad se empleó herramientas tecnológicas, para este caso la aplicación Canva. Esta aplicación reconocida por sus capacidades de diseño práctico y didáctico, debido a

esto fue perfecta para diseñar los folletos entregables sobre la Vermicultura el cual posee una portada llamativa con imágenes induciendo a la temática, en el cuerpo del folleto se habla sobre que es la vermicultura, por que elegir este proceso y no otros, pasos para lograr implementar, los beneficios al implementarlo y por último el logo de la personería y las redes sociales o correo en el cual se pueden dirigir y solicitar una capacitación especializada sobre el tema.

Figura 120. Folleto de vermicultura parte 1

BENEFICIOS DE EMPLEAR LA VERMICULTURA

- Mejora la estructura del suelo: El abono de lombriz aumentando la retención de humedad y nutrientes.
- Fomenta la Biodiversidad: las lombrices y microorganismos ayudan a mantener el suelo saludable.
- Contribuye a la sostenibilidad: Aprovechando los residuos generados y transformándolo en un nuevo producto.

COMPOST!

LA VERMICULTURA ES UNA PRÁCTICA SOSTENIBLE UNETE A ESTA PRÁCTICA Y CONTRIBUYE AL BIENESTAR DE NUESTRO MEDIO AMBIENTE.

**MARÍA MARGARITA SERRANO
ARENAS PERSONERA DE FLORIFABLANCA**

Personería de Floridablanca

CALLE 5# 8-25 ALCALDIA DE FLORIDABLANCA TERCER PISO

PERSOFBLANCA

PMF@PERSONERIAFLORIDABLANCA.COM

VERMICULTURA APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS

Figura 121. Folleto de vermicultura parte 2

Al adoptar la vermicultura, no solo estás transformando residuos en recursos valiosos, sino también sembrando un futuro más verde y próspero para nuestro planeta. Únete a la revolución ecológica y descubre cómo un pequeño gesto puede marcar una gran diferencia. Juntos, cultivemos un mundo más sostenible, un puñado de lombrices a la vez.

QUE ES



La Vermicultura es una técnica ambiental sostenible, la cual aprovecha los residuos orgánicos y por medio de las actividades que generan las lombrices permite la transformación de desechos en abono orgánico (humus de lombriz)

POR QUE ELEGIR LA VERMICULTURA

- 1.Reducción de residuos: ayuda a disminuir los residuos que llegan al sitio de disposición final
- 2.Abono natural y de calidad: el abono producido es libre de químicos y lleno de nutrientes
- 3.Ahorro: al producir su propio fertilizante se ahorra la compra.
- 4.Ciclo natural: el sistema imita el ciclo natural de descomposición



PASOS PARA IMPLEMENTAR

1. Elección de contenedor ventilado.
2. Obtención de lombrices rojas californianas.
3. Preparar lecho el cual es residuos de poda o papel y humedecerlo.
4. Añadir residuos orgánicos.
5. Mantenimiento de parametros.
6. Cosecha de abono.



4.5.2 Diseño podcast de vermicultura

En el ámbito de comunicar los resultados del proyecto de vermicultura como segunda actividad del objetivo específico quinto se desarrolló en conjunto a la personería Municipal de Floridablanca, la importancia de dar a conocer estos procesos sostenibles tanto para el medio ambiente, económicamente y socialmente para transmitir de manera clara y precisa los hallazgos obtenidos e incitar a más comunidades el implementar la vermicultura, por ende como ingeniero ambiental además de obtener resultados, también implica la capacidad de analizar, traducir resultados y por ultimo pero más importante comunicar estos resultados de manera accesible y comprensible para concientizar a más población.

El podcast es una herramienta de comunicación donde una serie de archivos de audios se suben y distribuyen a través del internet para que esta información llegue a un mayor número de usuarios los cuales pueden educarse en el proceso de la vermicultura y repliquen el proceso con sus comunidades, sea conjuntos residenciales, barrios, instituciones, entre otras... es importante que estos proyectos sostenibles sean conocidos e implementados para mejorar la calidad de vida de todos.

4.5.2.1 Título podcast. Para el título del podcast debe ser algo impactante y llamativo se decidió el siguiente “suelo verde: la importancia de la vermicultura para todos”.

4.5.2.2 Episodio 1 Introducción a la vermicultura. como introducción: ¡Hola a todos! Bienvenidos a “suelo verde”, el podcast donde exploraremos el apasionante mundo de la vermicultura y la importancia en cómo podemos convertir nuestros desechos en un valioso compost o abono orgánico también conocido como humus de lombriz. Soy Andres Felipe Pardo Bermúdez, ingeniero ambiental y con apoyo de la universidad santo tomas de Bucaramanga y la Personería Municipal de Floridablanca en pro del medio ambiente. Hoy vamos a descubrir como la vermicultura puede ser una solución para la problemática del mal manejo de los residuos y el uso de procesos sostenible para todos.

4.5.2.2.1 Que es la vermicultura. la vermicultura consiste en un proceso ecológico sostenible el cual utiliza lombrices para la descomposición de los residuos orgánicos, como lo son los restos de comida vegetales, frutas, te, café, los restos de poda, entre otros. Convirtiéndolos en un valioso fertilizante natural y libre de químicos conocido como vermicompost o humus de

lombriz, en el proceso las lombrices digieren los desechos acelerando la descomposición y transformándolo en un material rico en nutrientes y microorganismos benéficos para el suelo y plantas. También contribuye a reducir la problemática con el volumen de residuos que terminan en sitios de disposición final y promueve la practicas sostenibles.

4.5.2.3 Episodio 2 “lombrices: héroes del compostaje”. Las lombrices que se emplean en este proceso son la especie (*Eisenia foétida*) o común mente conocida como la lombriz roja californiana son las protagonistas en el proceso de vermicultura. Estas pequeñas lombrices son excepcionales en su capacidad de descomponer materia orgánica, de manera eficiente.

Para cuidar a nuestras pequeñas lombrices y crear un ambiente ideal para su prosperidad es esencial mantener el sistema por lo cual daré unos consejos o tips para asegurar que prosperen.

- **Humedad controlada:** las lombrices necesitan un ambiente húmedo, pero no empapado el sustrato debe tener un porcentaje entre el 60 al 90, en el caso de no contar con dispositivo medidor, al tacto debe estar el sustrato ligeramente húmedo, o al comprimirlo debe caer par de gotas.
- **Temperatura adecuada:** el rango óptimo de temperatura para las lombrices rojas se encuentra 15°C a 25°C máximo hasta 30° debemos evitar exponerlas a temperaturas extremas.
- **Alimentación equilibrada:** se debe proporcionar una dieta equilibrada y balanceada evitamos alimentar con desechos grasosos, cítricos en exceso, carne y productos lácteos.
- **Buena ventilación:** nuestro sistema debe tener una buena ventilación para prevenir el exceso de humedad, aumento de temperatura y además la entrada de oxígeno.

- Zonas de refugio: proporcionar materiales como cartón o papel triturado permitirá que nuestras lombrices se protejan y tengan puestas de crías.

Muchas veces la pregunta principal es y donde consigo las lombrices rojas californianas o si puedo utilizar algunas pertenecientes al suelo, como recomendación te diría adquiere lombrices con proveedores confiables buscando por internet criaderos cercanos o algún conocido que emplee este proceso, la lombriz roja californiana en comparación a otras especies de lombrices si forman colonias y se agrupan, no compiten por la alimentación, y pueden estar en lugares pequeños.

Para garantizar que se mantenga tu sistema es bueno iniciar de manera lenta empieza con un numero pequeño de individuos para que se adapten poco a poco, al igual alimenta gradualmente al principio, dar cantidades de alimento moderado y además observa constantemente monitorea la población si aumenta o disminuye, si el habitat es óptimo nunca intentaran escapar de tu sistema.

4.5.2.4 Episodio 3 Construcción del sistema de vermicompostaje. Ahora sabiendo que el sistema o vermicompostera debe ser resistente a humedad, tener buena ventilación y proporcionar oscuridad para nuestras lombrices, debemos seleccionar un buen recipiente para el habitat, te daré unos consejos comunes para la creación del habitat.

Primero cuentas con espacio o no, podemos dividir el sistema en 2: bandejas de vermicompostaje las cuales se usan más en lo industrial por que necesitan grandes espacios de longitud, como su nombre indica consiste en bandejas construidas con buen drenaje que permite liberar los lixiviados, no poseen una tapa si no normalmente se cubren con una malla las bandejas tienen longitudes de más de 2 metros solo cuentas con un nivel donde ocurre todo el proceso.

La otra forma y la que más hablaremos está dirigida para comunidades con poco espacio en este caso serian apartamentos o casas, se ha realizado de manera individual o en conjunto para

esto la propuesta es crear una torre de vermicompostaje vertical utilizando contenedores apilables y resistentes en posición vertical para aprovechar la altura en espacios reducidos como lo son balcones, sótanos, zonas comunes, también se puede colocar el contenedor debajo del lavaplatos de la cocina o también colgarlos en la pared.

Que contenedores son los más adecuados para el proceso sin requerir muchos mantenimientos entre los cuales tenemos: cajas de almacenamiento de plástico con tapas herméticas, las cuales son fáciles de conseguir, económicas y eficaces para mantener el sistema discreto. También reutilizar cubos de pintura estos tienen un diseño compacto y con un par de modificaciones sería óptimo para el proceso y por último el crear el contenedor desde cero usando plástico o madera con su debido tratamiento para la humedad permitirá adatar el contenedor a tus necesidades.

Por último, pero no menos importante desarrolla este proceso en familia inspirara a tanto adultos como niños en crear conciencia de la importancia de desarrollar y mantener el sistema, invitar a la familia a observar el proceso convertirlo en un proyecto escolar, decorar el contenedor con dibujos o pegatinas relacionados con el proceso y la sostenibilidad.

4.5.2.5 Episodio 4 Ciclo de transformación. Para el episodio número 4 del podcast de suelo verde la importancia de la vermicultura para todos, abarcaremos el ciclo de transformación de los residuos comencemos.

La vermicultura el cual se basa en un proceso biológico fascinante donde las lombrices cumplen un papel fundamental y crucial. Como inicio debemos introducir en nuestro sistema o vermicompostera materia orgánica seca buscamos crear un lecho antes de incorporar nuestros individuos para esto podemos usar fibra de coco o restos de poda y hacer riego constante hasta el

paso de unos días, luego de crear el habitat para las lombrices traemos a las pequeñas para que se adapten a su nuevo hogar y poco en poco las alimentaremos con una mezcla optima de papel, cartón, restos de poda, residuos de cocina vegetales, frutas, café y té.

Con el pasar del tiempo observaremos que nuestros residuos se transformaran en abono y a su vez al constantemente irrigar se genera el lixiviado el cual recolectaremos y no desperdiciaremos ya que este líquido es también un abono conocido como humus líquido, debemos tener cuidado al emplearlo ya que la cantidad de nutrientes en estado puro es tan grande que podemos quemar nuestras plantas por lo cual debemos diluir 2 partes de abono liquido con 8 partes de agua, pero este abono pondrá nuestras plantas del hogar tan bellas que seremos la envidia de los demás que nos pedirán nuestro secreto.

4.5.2.6 Episodio 5 La integración de la vermicultura en la sostenibilidad. la vermicultura es un ejemplo elocuente de como los procesos sostenibles se pueden aplicar e implementar para la vida cotidiana. Al adoptar la vermicultura, contribuimos a la conservación del medio ambiente de varias maneras:

- Reducción de residuos: la vermicultura disminuye significativamente la cantidad de residuos orgánicos que son llevados a los sitios de disposición final.
- Producción de fertilizante natural: el vermicompost reemplaza los fertilizantes comunes y químicos reduciendo la dependencia de recursos no renovables y evitando la contaminación del agua y del suelo.
- Mejora la calidad del suelo: el uso de este abono es esencial para el suelo ya que cuenta con nutrientes y mejora su estructura, lo que genera un mejor crecimiento de las plantas además de ayudar en una mayor retención de agua.

En el proyecto del cual se basa este podcast se realizaron en varios sitios para demostrar que no importa donde ni como todos podemos realizar este proceso:

- En un apartamento como primero se logró que una familia de 4 personas desarrollara su torre de vermicompost donde aprovecharon materiales que ya no usaban y les dieron un nuevo ciclo de vida
- En edificios de apartamentos, pero en comunidad se busca que todos formen parte y apoyen a la iniciativa no individualmente si no como comunidad donde con apoyo de la administración se consigan los materiales y se destine un punto el cual todos los residentes tengan acceso.
- Otra buena opción son los colegios donde adoptar estos sistemas como parte de la educación ambiental, permite involucrar a los jóvenes y niños en el proceso creando conciencia ambiental, a las generaciones futuras de la importancia en la participación de estas actividades y garantizar calidad de vida para las siguientes generaciones.

4.5.2.7 Episodio 6 La integración de la vermicultura en la sostenibilidad. Y ahí lo tenemos, amigos “suelo verde” ha sido una aventura emocionante el explorar la vermicultura en todas sus formas espero que hayan encontrado inspiración y conocimiento para empezar su propio viaje hacia la vermicultura. Recuerden no importa si son expertos en la materia o apenas están escuchando lo increíble que es este proceso; todos tenemos un papel importante que desempeñar en cuidar nuestro planeta. ¡hasta la próxima y sigamos haciendo que nuestra tierra sea cada vez más verde!

5. Conclusiones

A lo largo de este proyecto de investigación enfocado a la vermicultura, como un método sostenible para la conversión o transformación de residuos orgánicos, se ha buscado abordar la problemática actual presente en el municipio de Floridablanca relacionada con la gestión inadecuada de los residuos sólidos. La consideración fundamental de la vermicultura como una alternativa eficiente y ecológica para las comunidades rurales y urbanas presentes en el municipio, se ha revelado el punto de inflexión crucial para contrarrestar los desafíos medioambientales actuales. Podríamos determinar las siguientes conclusiones:

- La delimitación de área de estudio tanto la Macrolocalización y Microlocalización fueron acertadas ya que el convenio con la personería municipal de Floridablanca se realizarían diferentes capacitaciones en el casco antiguo y zonas aledañas donde con el grupo ambiental se movilizaba equipo material visual para garantizar la comprensión de las temáticas, además de una comunicación facilitada con las diferentes comunidades debido a que en la personería se cuenta con una base amplia de contactos entre las cuales destacamos entidades públicas y privadas, juntas de acciones comunales, colegios públicos de todo el municipio.
- El fortalecimiento de las capacidades está vinculado desde la creación de una presentación técnica. Pero de fácil comprensión, esto se realiza ya que es fundamental para lograr el desarrollo de las capacitaciones y que las comunidades comprendan se debe tener un lenguaje técnico, pero con claridad. Para poder llegar a diferentes comunidades donde se capacitaron en temas como residuos sólidos, residuos aprovechables y la vermicultura temáticas las cuales se integran desde la importación de comprender que es un residuo

sólido, como se deben clasificar correctamente según la resolución 2184 del 2019, cuales de estos residuos pueden llegar se aprovechados para la técnica de vermicompostaje.

- El proceso de la vermicultura es una técnica atractiva y efectiva. Contribuyendo a la reducción de residuos orgánicos, mejora la calidad del suelo y promueve la sostenibilidad ambiental. Técnica la cual se puede emplear con diferentes materiales los cuales pueden ser reciclables (cuñetes de pintura, cavas de icopor, tinas platicas) son algunos de estos residuos que pueden ser utilizados para darles un nuevo ciclo de vida. No necesita tener un pie de cría de lombrices de muchos individuos ya que su reproducción es rápida y el proceso permite adecuarse a las condiciones de las poblaciones urbanas y rurales convirtiéndola en una técnica con opción viable para una amplia gama de comunidades. Donde con una buena planificación y estudio el proceso funcionara de manera correcta.
- La caracterización de parámetros fisicoquímicos es fundamental entre los parámetros que se midieron en el laboratorio de la universidad santo tomas son: (Ph, conductividad eléctrica, temperatura, concentración de nitratos y concentración de fosfatos) los cuales se analizan para determinar la calidad del abono orgánico (humus sólido y humus liquido) y pueden emplearse para uso propio o comercialización comparándolo con algún abono comercial de la actualidad. Donde en los resultados se observa que las concentraciones de nutrientes de ambos humus supera las concentraciones del abono comercial.
- La comunicación de resultados se realizó por medio de un folleto practico como también el libreto de un podcast, se decidió el uso de estos dos diferentes canales para poder difundir esta información, de manera óptima para la comprensión. Los cuales quedaron para la personería con el fin de que la información y capacitaciones se pueden continuar realizando para llegar a más comunidades, estas herramientas pueden ser utilizadas como recursos

educativos y se espera que contribuyan a la expansión del conocimiento sobre la vermicultura en el futuro.

En general el proyecto tiene una importancia global, por la problemática actual de la generación y disposición de los residuos sólidos. Donde la vermicultura es una de las posibles soluciones sostenibles. Sin embargo, lo observado durante el proyecto la vermicultura es una técnica versátil y adaptable. La cual se puede implementar en muchas comunidades sea urbana o rural las cuales poseen diferentes necesidades, se debe explorar y exhortar otras regiones del país o municipios similares a las comunidades, instituciones públicas y privadas a considerar la implementación de la vermicultura como estrategia sostenible y eficaz para abordar en la gestión de residuos y promover la salud del medio ambiente.

6. Recomendaciones

En el transcurso del proyecto dedicado a la vermicultura, como solución sostenible a la problemática de residuos sólidos y para la transformación de estos en el municipio de Floridablanca. Se han descubierto valiosas lecciones que podrían tener un impacto significativo en otras comunidades. La vermicultura, al emerger como una alternativa sostenible eficiente y ecológica en la gestión de residuos, nos presenta una oportunidad única para abordar desafíos medioambientales y fomentar las practicas sostenibles por lo cual se generan las siguientes recomendaciones:

- Implementar proyectos piloto en distintas comunidades, urbanas y rurales, para evaluar la efectividad la vermicultura en diferentes contextos. Proyectos los cuales servirán como modelos prácticos para futuras iniciativas de gestión de residuos.

- establecer un equipo con un profesional especializado para la creación de material investigativo como son las encuestas prácticas para la comunidad, además del uso de otras herramientas. A su vez la creación de métodos participativos adaptados a la comunidad, el análisis riguroso de datos en muestras significativas de la población y construcción de una relación de confianza con las comunidades.
- Fomentar a la creación y desarrollo de programas educativos que resalten los beneficios y la aplicación práctica de la vermicultura. Programas que se deben adecuar dependiendo de la audiencia desde estudiantes como líderes de comunidades.
- Se recomendaría la colaboración con otras entidades locales públicas y privadas, para garantizar recursos, personal, equipos móviles y comunicación directa con las comunidades. Lo cual fortalecerá la implementación e impacto de la vermicultura.
- Establecer un monitoreo periódico de los parámetros fisicoquímicos medidos durante el proyecto como además medir otros como lo son materia orgánica, porcentaje de carbono presente, porcentaje de nitrógeno presente, relación carbono-nitrógeno, entre otros.

Estas recomendaciones buscan extender el alcance y los beneficios de la vermicultura más allá del proyecto realizado. Al promover la implementación de prácticas sostenibles y adaptativas, se aspira a contribuir en la construcción de comunidades más resilientes y fomentar un cambio positivo en la gestión de residuos. La vermicultura como hemos experimentado, no solo es una solución local, sino un paso hacia un futuro más sostenible y equilibrado para todos.

Referencias

Acosta, M. B. (2023, 3 de abril). *Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo.*

Ecología verde. <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>

Alshehrei, F. & Ameen, F. (2021, 4 de marzo). Vermicomposting: A management tool to mitigate solid waste.

Before you continue to Google Maps. (s. f.-a).

<https://www.google.com/maps/place/Colegio+Psicopedag%C3%B3gico+Mar%C3%ADa+Montessori/@7.0604012,-73.0950366,15.91z/data=!4m6!3m5!1s0x8e683fb8f3bbfb1f:0x44f85ab44feb83c1!8m2!3d7.0619692!4d-73.0877622!16s%2Fg%2F11r114f2tm?entry=ttu>

Before you continue to Google Maps. (s. f.-b).

<https://www.google.com/maps/search/barrio+lagos+2/@7.0604238,-73.0976974,15z?entry=ttu>

Before you continue to Google Maps. (s. f.-c).

<https://www.google.com/maps/place/Personer%C3%ADa+de+Floridablanca/@7.0625392,-73.0865548,18z/data=!4m6!3m5!1s0x8e68413bdeba45c3:0x62f314b6bf2d7b0!8m2!3d7.0629571!4d-73.0861954!16s%2Fg%2F11pg8hqgz7?entry=ttu>

Before you continue to Google Maps. (s. f.-d).

<https://www.google.com/maps/place/Lombriz+californinana+-+eco+lombriz+-+lombrices+bucaramanga/@7.0905271,->

73.1159551,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e683ff8778fb6ed:0x54b91ba93dc17019!
!8m2!3d7.0905218!4d-73.1133802!16s%2Fg%2F11t5nb56xm?entry=ttu

Comunicaciones. (2022, 17 de mayo). *Hoy no se habla de basura, sino de residuos que son insumos para productos: Minambiente - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible.

<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/hoy-no-se-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productos-minambiente/>

Facebook. (s. f.). https://www.facebook.com/marketplace/?ref=app_tab

Kauser, H. y Khwairakpam, M. (2021, 10 de diciembre). *Organic waste management by two-stage composting process to decrease the time required for vermicomposting.*

Lombritec. (2022). Abono de humus de lombriz – Que es, para que sirve y como se utiliza.

Lombritec. <https://lombritec.com/que-es-humus-lombriz/>

Lombriz roja californiana – Revista Landuum. (s.f.). <https://www.landuum.com/plantae-y-fauna/importancia-ecologica-y-economica/>

Martínez, A. G. (2019). *Población Departamento de Santander.* todacolombia.com.

<https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/santander/poblacion.html>

Miguel, Á. S. (2022, 18 de abril). *Las cinco etapas de la gestión integral de residuos.* Álvarez San

Miguel. <https://alvarezsanmiguel.com/cinco-etapas-de-la-gestion-integral-de-residuos/>

Montero, S. (2023). *Residuos Aprovechables - Colombia Verde.* Colombia Verde.

<https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/residuos-aprovechables/>

Moriana, L. (2023, 26 de enero). *Cuál es la importancia de la educación ambiental.*

ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-la-importancia-de-la-educacion-ambiental-1244.html>

Nile-Theme. (s.f.-a). *Galería de Mapas.*

<https://www.floridablanca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx>

Nile-Theme. (s.f.-b). *Información del Municipio.*

<https://www.floridablanca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-municipio.aspx>

Pramanik, P.; Ghosh, G.K. & Banik, P. (2008, 8 de agosto). Effect of microbial inoculation during vermicomposting of different organic substrates on microbial status and quantification and documentation of acid phosphatase.

Portillo, G. (2020, 21 de julio). *Vermicultura. Renovables Verdes.*

<https://www.renovablesverdes.com/vermicultura/>

Singh, R.P.; Embrandiri, A.; Ibrahim, M.H. & Esa, N. (2010, 23 de noviembre). Management of biomass residues generated from palm oil mill: Vermicomposting a sustainable option.

Surindra, S. (2008, 31 de diciembre). Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate.

Usman, A.; Nida, S.; Azeem, K.; Luqman, R.; Muhammad, M. R.; Jabir, H. S. & Riffat, N. M. (2015). A Review on Vermicomposting of Organic Wastes.

Verde, C. (2023). Clasificación de residuos - Colombia Verde. *Colombia Verde.*

<https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/clasificacion-de-residuos/>

Vermicompostaje doméstico | Guía paso a paso. (2017, 27 de octubre).

<https://www.planteaenverde.es/blog/vermicompostaje-domestico/>

Apéndices

Apéndice A. *Solicitud de apoyo conjunto residencial Di Bari*

Floridablanca, 12 de julio de 2023.

Doctora

MARÍA MARGARITA SERRANO ARENAS

PERSONERA MUNICIPAL DE FLORIDABLANCA

pmf@personeriadefloridablanca.gov.co

L. C.

Asunto: Solicitud de Apoyo – Cultura de Tratamiento de Residuos - Edificio Di Bari
--

Estimada Personera

Concedores de la realización por parte de la Personería de Floridablanca de acciones para la mitigación del cambio climático desde lo local, deseamos como conjunto residencial, hacer parte de los esfuerzos territoriales por lograr dichos objetivos y a la PGIRS 2022.

Es por lo anterior, que respetuosamente invitamos a su equipo de trabajo, a una reunión de capacitación e inicio de actividades para este Sábado 15 de julio de 2023, de 6:30pm a 8:00pm en el Salón Social de su C.R. Torre Di Bari Cra 8 # 10-46 de Floridablanca.

Esperamos lograr una articulación con nuestros residentes y trabajando en equipo, recuperar al máximo los residuos sólidos, aprovechar los orgánicos y coadyuvar en la garantía de una mejor calidad de vida para todos, anhelando este trabajo pueda ser replicado en nuestra ciudad.

Su servidor,



Sergio A. Marín Bianco
Presidente Consejo de Administración

Apéndice B. *Respuesta a solicitud de apoyo conjunto residencial Di Bari*

Floridablanca, julio de 2023

Doctor
Sergio A. Marín Blanco
Presidente Consejo de Administración
servidormarin@hotmail.com
Floridablanca



Asunto: Respuesta radicado RI-2023-9836

Ref.: Solicitud de Apoyo - Cultura de Tratamiento de Residuos - Edificio Di Bari

Cordial saludo,

La Personería Municipal de Floridablanca en aras del cumplimiento de sus funciones y dar atención a su solicitud, damos respuesta a el oficio enviado con radicado interno RI-2023-9836 en el cual nos manifiesta lo siguiente: "Es por lo anterior, que respetuosamente invitamos a su equipo de trabajo, a una reunión de capacitación e inicio de actividades para este Sábado 15 de julio de 2023, de 6:30pm a 8:00pm en el Salón Social de su C.R. Torre Di Bari Cra 8 # 10-46 de Floridablanca. Esperamos lograr una articulación con nuestros residentes y trabajando en equipo, recuperar al máximo los residuos sólidos, aprovechar los orgánicos y coadyuvar en la garantía de una mejor".

Por parte de esta entidad de Ministerio público para dar respuesta a su petición, manifestamos lo siguiente:


- Por parte de nuestra entidad se harán presentes en la reunión citada en el oficio allegado, para brindar una mejor información del tema solicitado, a los residentes sobre la importancia de la problemática actual asociada a los residuos sólidos y el uso de una prueba piloto por medio de la técnica de vermicultura, como solución sostenible para aprovechar gran parte de los residuos orgánicos, generando una disminución significativa de los residuos, como también garantizar una mejor calidad de vida para todos.

Lo anterior para su conocimiento, damos alcance a la respuesta entregada por este organismo de control.

Sin otro particular,

Ing. Paula Ortiz
Profesional Universitario

PROYECTO: ANDRES FELIPE PARDO

REVISÓ:  BRAYAN JOSE NAVARRO AFANADOR
Judicante

Apéndice C. Listado de asistentes capacitación PIGA parte 1

Personería de Floridablanca

LISTADO DE ASISTENTES

Código: GE-FO-009
Versión: 6
Fecha de Emisión: 08-04-2022

FECHA: 19-07-2023 HORA: 2pm LUGAR: Instalaciones de la Personería Municipal
TEMA: Plan de Gestión Institucional - Gestión Integral de Residuos Sólidos - Uso eficiente del Papel "PIGA"

REUNIÓN / COMITÉ: CAPACITACIÓN / AUTO-CAPACITACIÓN: OTRO: Consumo Sostenible - Proceso Vermicultura

No.	NOMBRE Y APELLIDO	DEPENDENCIA - CARGO	TELÉFONO / CELULAR	CORREO	FIRMA
1	Angie Andrea Súa Díaz	PEAF	312053783	angiesua_2002@hotmail.com	<i>Angie Súa</i>
2	Maria Isabel Garrido C	Derechos Hros	313225998	peh@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Maria Isabel Garrido</i>
3	Sergio Ivan Escobar	Despacho	315801073	enlairela@live.com	<i>Sergio Escobar</i>
4	Agnelara Martínez Cely	PDH	311807441	agnelara.martinez.cely@gmail.com	<i>Agnelara Martínez</i>
5	NO MAGRIDE SERRANO	Despacho	3118276123	despachopersoneriadefloridablanca.gov.co	<i>Magrider Serrano</i>
6	DIANA CAROLINA DUARTE GALINDO	DCAF	300564054	dygaf@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Diana Duarte</i>
7	PIGA Y CASTILLO BAJOLEON	CSI	316378037	cp@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Piga y Castillo</i>
8	Nelson Gaviria	DESPACHO	3158279873	negal20@hotmail.com	<i>Nelson Gaviria</i>
9					
10					

En su calidad de persona natural y de conformidad con lo dispuesto en las normas vigentes sobre protección de datos personales y el derecho de imagen, en especial Ley 23 de 1982, Ley 1581 de 2012, Ley 1915 de 2018 y sus decretos reglamentarios y modificatorios, AUTORIZO libre, expresa e inequívocamente mediante la firma del presente a la PERSONERÍA MUNICIPAL DE FLORIDABLANCA para que realice la recolección de los datos personales que suministró en el presente formulario de los que declara ser el titular y/o su representante. Reconozco que esta autorización se realiza en forma gratuita y, por tanto, manifiesto que no se me adeuda suma alguna por concepto del diligenciamiento de este formulario. En consecuencia, me comprometo a no reclamar nada alguno por concepto de la utilización que hacen la Personería Municipal de Floridablanca. Acreditando el ejercicio de la Potestad Potestativa, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 298, el artículo 24 del Decreto 2620 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el Ministerio de Educación Nacional autoriza como patrocinador de familia o acudante del menor de edad para que aparezca ante la cámara, en una diligencia o captura de imágenes fotográficas.

Apéndice D. Listado de asistentes capacitación PIGA parte 2

Personería de Floridablanca

LISTADO DE ASISTENTES

Código: GE-FO-009
Versión: 6
Fecha de Emisión: 08-04-2022

FECHA: 19-07-2023 HORA: 2pm LUGAR: Instalaciones de la Personería Municipal
TEMA: Plan de Gestión Institucional - Gestión Integral de Residuos Sólidos - Uso eficiente del Papel (PIG)

REUNIÓN / COMITÉ: CAPACITACIÓN / AUTO-CAPACITACIÓN: OTRO: Consumo Sostenible - Proceso Vermicultura

No.	NOMBRE Y APELLIDO	DEPENDENCIA - CARGO	TELÉFONO / CELULAR	CORREO	FIRMA
1	Briana Navarro	Subcoor	315519714	briannavarro@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Briana Navarro</i>
2	ALBA CASTILLO D	CSI	316378037	cp@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Alba Castillo</i>
3	Diana Carolina Duarte Ca.	DCAF	300566749	dygaf@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Diana Duarte</i>
4	MARIA Alejandra Ocaña F	PDH	314660830	mariaojana@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Maria Alejandra Ocaña</i>
5	Daniel Salazar Buitrago	PDH	312148124	daniel.buitrago@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Daniel Salazar</i>
6	Diana Castellor C	DCAF	302847827	dianacastellor@hotmail.com	<i>Diana Castellor</i>
7	Clara Paul Lizcano	PDH	315833116	claraulizcano@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Clara Paul Lizcano</i>
8	Jane Schuch Meric	P.D.P.H	317728955	jschuch@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Jane Schuch Meric</i>
9	Jens May Padua	DCAF	316474779	jensmay@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Jens May Padua</i>
10	EDGAR FERRER FERRER	BRCA (ECLA)	3115107774	pe@personeriadefloridablanca.gov.co	<i>Edgar Ferrer</i>

En su calidad de persona natural y de conformidad con lo dispuesto en las normas vigentes sobre protección de datos personales y el derecho de imagen, en especial Ley 23 de 1982, Ley 1581 de 2012, Ley 1915 de 2018 y sus decretos reglamentarios y modificatorios, AUTORIZO libre, expresa e inequívocamente mediante la firma del presente a la PERSONERÍA MUNICIPAL DE FLORIDABLANCA para que realice la recolección de los datos personales que suministró en el presente formulario de los que declara ser el titular y/o su representante. Reconozco que esta autorización se realiza en forma gratuita y, por tanto, manifiesto que no se me adeuda suma alguna por concepto del diligenciamiento de este formulario. En consecuencia, me comprometo a no reclamar nada alguno por concepto de la utilización que hacen la Personería Municipal de Floridablanca. Acreditando el ejercicio de la Potestad Potestativa, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 298, el artículo 24 del Decreto 2620 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el Ministerio de Educación Nacional autoriza como patrocinador de familia o acudante del menor de edad para que aparezca ante la cámara, en una diligencia o captura de imágenes fotográficas.